M. 645.
6. II.

LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS
AT URBANA-CHAMPAIGN

526.9
B63r
1856
REMOTE STORAGE

University of
Illinois Library
at Urbana-Champaign
Oak Street

РУКОВОДСТВО

КЪ

ПРОИЗВОДСТВУ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ СЪЁМКИ, МЕЖЕВАНІЯ И НИВЕЛЛИРОВАНІЯ.

А. Болотова,

Генеральнаго Штаба Генералъ-Маіора, Императорской Военной Академіи Профессора Геодезіи.

Изданіе второе.

САНКТПЕТЕРБУРГЪ.

1856.

ПЕЧАТАТЬ ПОЗВОЛЯЕТСЯ,

съ тѣмъ, чтобы по отпечатаніи представлено было въ Цензурный Комитетъ узаконенное число экземпляровъ. С.-Петербургъ, Іюня 1 дня 1855 года.

Цензоръ *И. Ахматовъ.*

Въ Типографіи II-го Отд. Соб. Е. И. В. Канцеляріи

526.9
B63т
1856

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Недостатокъ у насъ на русскомъ языкѣ учебныхъ книгъ, написанныхъ собственно для землемѣровъ, побудилъ меня заняться составленіемъ такой книги, которая могла бы быть полезна какъ для преподающаго въ межевыхъ училищахъ, такъ и для землемѣра, гражданскаго топографа, лѣсничаго и даже для землевладѣльца, словомъ—книги, доступной для всякаго. Не знаю, достигнулъ ли я предположенной цѣли издаваемымъ нынѣ «Руководствомъ». По крайней мѣрѣ, могу сказать, что я употребилъ все стараніе, чтобы соединить существенно важное для практики, съ изложеніемъ, основаннымъ на первыхъ началахъ Геометріи.

Эта книга состоитъ изъ восьми главъ. Глава I, заключающая въ себѣ предварительныя понятія о планахъ различнаго рода, о черченіи линій и угловъ, служитъ введеніемъ. Въ Главѣ II, по изложеніи способовъ вѣшить и измѣрять линіи, во-

шелъ я во многія подробности касательно употребленія эккера и производства онымъ съёмки. Этою главою могутъ воспользоваться всѣ тѣ наши землевладѣльцы, которые не имѣя средствъ пріобрѣсть дорогіе угломѣрные инструменты, желали бы снять планы съ своихъ дачъ или проложить на мѣстности линіи, соотвѣтственно линіямъ начерченнымъ на планѣ.

Глава III о буссоляхъ, хотя составлена мною собственно для лѣсничихъ, для которыхъ буссоли во многихъ случаяхъ бываютъ удобнѣе прочихъ инструментовъ, однако я совѣтую и землемѣрамъ обратить на нее вниманіе, особенно же на содержаніе §§ отъ 57 до 70, тѣсно связанныхъ съ описаніемъ объ употребленіи астролябіи. Въ концѣ сей главы помѣстилъ я довольно большую статью объ опредѣленіи склоненія магнитной стрѣлки— предметѣ, существенно важномъ для всѣхъ межевыхъ работъ. Желая въ семъ отношеніи доставить средства наиболѣе точныя и простыя, предложилъ я способъ опредѣлять склоненіе магнитной стрѣлки по восхожденію или захожденію солнца,

съ помощію вычисленныхъ мною трехъ таблицъ (*), употребленіемъ коихъ не затруднится незнающій даже вовсе Математики.

Глава IV, заключающая въ себѣ описаніе устройства и употребленія мензулы, можетъ принесть пользу не только гражданскимъ, но и военнымъ съёмщикамъ, ибо въ ней съ большими подробностями описаны всѣ способы производства топографической инструментальной съёмки. Въ сей главѣ, между прочимъ помѣщена подробная статья

(*) Таблица I представляетъ логарифмы синусовъ среднихъ склоненій солнца, которыя имѣетъ оно ежедневно во время полночи, отъ 1-го Апрѣля по 1-е Сентября, на Московскомъ меридіанѣ, избранномъ мною преимущественно потому, что онъ пролегаетъ черезъ средину европейской Россіи. Таблица II заключаетъ въ себѣ дополненія логарифмовъ косинусовъ географическихъ широтъ для каждыхъ 5′ отъ 40° до 66°, а Таблица III—логарифмы конспинусовъ дугъ для каждыхъ 15′ отъ 0° до 90°. Во всѣхъ логарифмахъ уничтожены запятыя, для того, чтобы съ ними можно было дѣйствовать не какъ съ десятичными дробями, но какъ съ цѣлыми числами. Употребленіе сихъ таблицъ есть не иное что, какъ рѣшеніе извѣстной астрономической формулы $\cos\alpha = \frac{\sin\delta}{\cos\varphi}$, служащей для опредѣленія азимута солнца во время его захожденія.

о дальномѣрѣ—инструментѣ, мало извѣстномъ у насъ въ Россіи, но весьма полезномъ и вошедшемъ въ Германіи во всеобщее употребленіе.

Глава V объ устройствѣ и употребленіи астролябіи, написана мною собственно для нашихъ землемѣровъ, которые найдутъ здѣсь много статей совершенно новыхъ, какъ наприм. о повѣркѣ астролябіи, о правилахъ, какимъ образомъ должно исправлять несмыкаемость начерченныхъ фигуръ, и наконецъ о способахъ опредѣлять величину румбическихъ угловъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ магнитная стрѣлка вовсе не дѣйствуетъ.

Касательно же остальныхъ статей, какъ-то: объ опредѣленіи количества земли, о межеваніи и лѣсной съёмкѣ и о нивеллированіи, я предоставляю судить читателямъ моимъ, со всею ли удовлетворительною подробностію изложены мною сіи предметы?

ОГЛАВЛЕНІЕ.

Стран.

ГЛАВА I. *Предварительныя понятія.* 1

Значеніе слова планъ, § 1. Планы различнаго рода, § 2. Необходимость означать на планѣ не самые предметы мѣстности, но горизонтальныя ихъ проложенія; понятіе о проэкціяхъ, § 3. Профиль мѣстности и нивеллированіе, § 4. Значеніе Топографіи или Низшей Геодезіи, § 5. Съёмка плановъ, § 6. Масштабы, § 7. Черченіе и употребленіе поперечныхъ масштабовъ, § 8. Опредѣленіе степени уменьшенія на планѣ земной поверхности, § 9. Черченіе угловъ посредствомъ транспортира, § 11. Черченіе угловъ посредствомъ масштаба хордъ, § 12. Черченіе угловъ посредствомъ таблицы хордъ, § 13.

ГЛАВА II. *О вѣшеніи и измѣреніи линій, объ эккерѣ и о производствѣ съёмки онымъ.* 17

A. *Вѣшеніе линій.* Вѣхи, § 15. Вѣшеніе, § 16. По даннымъ на землѣ точкамъ продолжить линію, § 17. Провѣшить линію между двумя данными точками, § 18. Вѣшеніе линіи по скату горы, § 20. Вѣшеніе линіи чрезъ глубокую долину, § 21. Вѣшеніе линіи чрезъ лѣсъ, § 22.

B. *Измѣреніе линій.* Цѣпь, § 23. Веревка, § 24. Шнуръ, § 25. Шаги, § 26. Измѣреніе линій цѣпью, § 27. Повѣрка цѣпи, § 28. Три способа опредѣлять длину горизонтальнаго проложенія измѣренной линіи, § 29. Высотомѣръ, § 30.

C. *Проведеніе на мѣстности перпендикулярныхъ и параллельныхъ линій.* Возставленіе перпендикуляровъ цѣпью, § 31. Проведеніе параллельныхъ линій, § 32. Эккеръ, § 33. Употребленіе онаго, §§ 34 и 35. Повѣрка эккера, § 36. Цилиндрическій эккеръ. § 37. Проведеніе параллельныхъ линій эккеромъ, § 38.

D. *Опредѣленіе неприступныхъ разстояній.* Задачи, §§ 39 и 40.

E. *Опредѣленіе угловъ посредствомъ эккера или цѣпи и кольевъ.* Опредѣленіе эккеромъ остраго угла, § 41; ту-

Стран.

наго угла, § 42. Опредѣленіе величины угла цѣпью съ помощію таблицы хордъ, § 44. Вѣшеніе линій подъ углами, число градусовъ конхъ дано, безъ помощи угломѣрныхъ снарядовъ, § 46.

F. *О производствѣ съёмки.* Съёмка криволинейныхъ контуръ, § 47. Производство съёмки сомкнутыхъ контуръ, ограниченныхъ прямыми линіями, § 50. Съёмка сомкнутыхъ криволинейныхъ контуръ, § 51. Производство съёмки посредствомъ одной цѣпи и кольевъ, § 52. Съёмка эккеромъ цѣлой дачи, § 53. Нанесеніе на граничный планъ подробностей мѣстности посредствомъ эккера, § 54. Общій взглядъ на выгоды и недостатки эккера. § 55. Устройство и употребленіе зеркальнаго эккера, § 56.

ГЛАВА III. *О буссоляхъ* 61

A. *Устройство буссолей.* Общія понятія, § 57. Магнитныя стрѣлки, § 58. Намагничиваніе стрѣлокъ, § 59. Склоненіе стрѣлки, § 60. Суточныя измѣненія въ склоненіи, § 61. Наклоненіе стрѣлокъ, § 62. Буссоль съ діоптрами, § 64. Употребленіе буссоли, § 66. Черченіе угловъ, опредѣленныхъ буссолью, § 67. Повѣрка буссоли, § 70. Буссоль съ зрительною трубою, § 71. Отражательная буссоль, § 72. Буссоль Бюрньера, § 73.

B. *Производство съёмки буссолью.* Польза доставляемая буссолью, § 74. Опредѣленіе точекъ, § 75. Съёмка буссолью. 1-й способъ, § 76. 2-й способъ, § 77. Опредѣленіе внѣшнихъ угловъ, снимаемой контуры, § 78. Правило какимъ образомъ можно уменьшить число точекъ стоянія, § 79. Проведеніе параллельныхъ и перпендикулярныхъ линій, § 81.

C. *Опредѣленіе склоненія магнитной стрѣлки.* Необходимость опредѣлять склоненіе стрѣлки, § 82. 1-й способъ посредствомъ черченія, § 83. 2-й способъ, посредствомъ двухъ наблюденій при захожденіи и восхожденіи солнца, § 85. 3-й способъ посредствомъ таблицъ, приложенныхъ въ концѣ книги, § 87. Практическія замѣчанія, § 88. Значеніе азимута, § 89. Колимаціонная погрѣшность буссоли, § 90. Несовпаденіе оси стрѣлки съ полюсами оной, § 91.

ГЛАВА IV. *О мензулѣ.* 97

A. *Устройство мензулы.* Общія понятія объ устройствѣ мензулы, § 92. Мюнхенская мензула, § 94. Недостатки

Стран.

оной, § 95. Усовершенствованія сдѣланныя Г. Рейссигомъ въ сей мензулѣ, § 96. Мензула Г. Стефана, § 97.

B. *Принадлежности къ мензулѣ:* I) *Уровень.* Устройство уровня, § 99. Употребленіе онаго, 100. Повѣрка, § 101. II) *Алидада.* Устройство и повѣрка алидады съ діоптрами, § 102. Устройство кипрегеля, § 103. Зрительныя трубы, § 104. Употребленіе оныхъ, § 105. Повѣрка кипрегеля, § 106. Другой способъ, § 108. Усовершенствованія, сдѣланныя въ устройствѣ кипрегелей, § 110. III) *Дальномѣръ.* Теорія сего инструмента, § 112. Устройство рейки, § 113. Дальномѣръ Эртеля, § 114. Повѣрка, § 117. Практическія замѣчанія, § 118. IV) *Мензульная буссоль.* Устройство и употребленіе оной, § 119.

C. *Употребленіе мензулы.* Опредѣленіе угловъ, § 121. Ориентированіе мензулы, § 122. Опредѣленіе точки по двумъ даннымъ, § 124. Опредѣленіе точки по тремъ даннымъ: a) посредствомъ прозрачной бумаги, § 125; b) посредствомъ нанесенія угловъ, § 126; c) посредствомъ буссоли, § 127. Практическія замѣчанія, § 128.

D. *Производство подробной съёмки мензулою.* Общія понятія, § 129. I) *Производство съёмки, основанное на составленіи треангуляціи,* § 130. Тригонометрическая сѣть, § 131. Составленіе мензулою треангуляціи, когда планъ мѣстности помѣщается на одномъ мензульномъ листѣ, § 133. Пріемы, употребляемые для составленія треангуляціи, когда снимаемое пространство значительно велико, § 134. Практическія замѣчанія, § 136. Нанесеніе подробностей: 1-й способъ, § 137. Примѣръ, § 138. Случаи употребленія сего способа, § 139. 2-й способъ, § 140. Правила отыскивать сдѣланную погрѣшность, отъ коей фигура не смыкается, § 142. Случаи употребленія сего способа, § 142. 3-й способъ, § 143. Употребленіе шнура, § 146. Употребленіе дальномѣра, § 147. 4-й способъ. II) *Производство съёмки, основанное на разбивкѣ мѣстности рядомъ параллельныхъ линій,* § 150. Разбивка мѣстности на квадратные участки, § 151. Означеніе на мензулѣ границъ каждаго изъ оныхъ, § 152. Проведеніе параллельныхъ линій, § 153. Съёмка подробностей, § 154. Сравненіе обоихъ способовъ производства мензульной съёмки, § 155. Повѣрка съёмки, § 157.

Стран.

Е. *Изображеніе на планахъ ситуаціи.* Способъ Лемана, § 159. Горизонтальныя сѣченія, § 160. Правила означать оныя на планѣ, § 161. Измѣненія, которыя должно дѣлать въ способѣ Лемана, при производствѣ хозяйственной съёмки, § 163.

ГЛАВА V. *Объ Астролябіи* 190

А. *Устройство и употребленіе астролябіи.* § 164. Астролябическая буссоль, § 166. Поніусъ или верньеръ, § 168. Измѣреніе угловъ астролябіею, § 169. Употребленіе буссоли, § 170. Повѣрка астролябіи, § 171. Теодолитъ, § 172. Опредѣленіе точекъ астролябіею, § 173.

В. *Производство граничной съёмки астролябіею,* § 174. Межевые знаки, § 175. Ходъ производства съёмки, § 176. Полевой журналъ, § 179. Повѣрка астролябическихъ и румбическихъ угловъ, § 180. Черченіе фигуры, снятой астролябіею, § 181. Причины несмыкаемости фигуры, § 183. Средство доставлять съёмкѣ астролябіею бо́льшую вѣрность, § 184. Правила исправлять несмыкаемость фигуры, § 185. Средства уменьшать накопленія погрѣшностей, § 187. Возобновленіе межевыхъ знаковъ, § 188. Опредѣленіе румбическихъ угловъ, когда магнитная стрѣлка не дѣйствуетъ, § 190. Способъ опредѣленія азимута одного изъ межниковъ, посредствомъ таблицъ, предложенныхъ въ концѣ книги, § 191. Другой способъ, § 192. Опредѣленіе азимутовъ межниковъ, по данному азимуту одного изъ нихъ, § 194. Опредѣленіе румбическихъ угловъ, по даннымъ азимутамъ, § 195. Возобновленіе межевыхъ знаковъ въ томъ случаѣ, когда румбическіе углы опредѣлялись не магнитною стрѣлкою, § 197. Съёмка астролябіею подробностей внутри дачи лежащихъ, § 198. Случаи, когда астролябія бываетъ удобнѣе мензулы для производства съёмки, § 169.

ГЛАВА VI. *О рѣшеніи различныхъ вопросовъ по снятымъ планамъ* 236

А. *Опредѣленіе поверхности земли.* Общія понятія, § 200. Необходимость опредѣлять величину горизонтальныхъ проложеній угодьевъ, а не поверхность самой земли, § 201. Главныя теоремы Планиметріи, § 202. Приложеніе оныхъ, § 203. Теорема Симпсона, § 205. Роговой

Стран.

листокъ, § 207. Агрометръ, § 208. Опредѣленіе площадей посредствомъ тригонометрическихъ вычисленій, § 210.

B. *Межеваніе.* Общія правила, § 211. Дѣленіе многоугольника на нѣсколько частей въ данномъ содержаніи, § 212. 2-й способъ, § 213. Примѣръ, § 214. 3-й способъ, § 215. 4-й способъ, § 216. Правило проводить чрезъ данную точку прямолинейную границу вмѣсто криволинейной, § 217. Межеваніе дачи принимая во вниманіе цѣнность угодьевъ, § 218. Выводъ содержанія цѣнности земель, § 219. Общія правила межеванія, принимая во вниманіе разнокачественность земель, § 220. Примѣръ, § 221. Другой способъ рѣшенія того же вопроса, § 222.

C. *Нарѣзка десятинъ.* Общія правила, § 224. Примѣръ, § 225. Проложеніе на мѣстности межниковъ. § 226.

D. *О проложеніи въ лѣсу прямолинейныхъ просѣкъ.* 1-й способъ, 228. 2-й способъ.

ГЛАВА VII. *О лѣсной съёмкѣ.* 277

A. *О различнаго рода насажденіяхъ.* Цѣль лѣсной съёмки, § 230. Значеніе насажденія, § 231. Раздѣленіе лѣса на насажденія: *a*) по почвѣ, § 232; *b*) по породѣ лѣсовъ, § 233; *c*) по возрасту лѣсовъ, § 234; *d*) по качеству лѣсовъ, § 236.

B. *О назначеніи границы лѣсамъ, и о раздѣленіи лѣсовъ на кварталы.* Границы лѣса, § 237. Саксонскій способъ раздѣленія лѣса на кварталы, § 240. Способъ, принятый у насъ въ Россіи, § 242.

C. *О производствѣ лѣсной съёмки.* Инструменты для того употребляемые, § 244. Съёмка мензулою, § 245. Съёмка обширной лѣсной дачи, § 246. Граничные знаки, § 248. Съёмка подробностей внутри лѣса находящихся, § 250. Различнаго рода лѣсные планы, § 251. Спеціальные или абрисные планы, § 252. Планы лѣсонасажденій, § 253. Хозяйственные лѣсные планы, § 254.

ГЛАВА VIII. *О нивеллированіи.* 303

A. *Предварительныя понятія.* Цѣль нивеллированія, § 255. Различные способы нивеллированія, § 256.

B. *Инструменты,* § 257. I) *Нивеллирные инструменты.* Ватерпасъ, § 258. Употребленіе онаго, § 259. Во-

данной уровень, § 260. Устройство нивеллира, состоящаго изъ зрительной трубы и обыкновеннаго уровня, § 261. Повѣрка сего инструмента, § 262. Употребленіе онаго, § 264. Нивеллиръ устройства Рейхенбаха, § 266. II) *Рейки*, §§ 267, 268, 269.

C. *Производство нивеллированія.* a) *Нивеллированіе простое;* 1-й способъ, § 270. Поправка отъ сфер. вида земли, § 271. Поправка отъ рефракціи, § 272. 2-й способъ, § 274. Черченіе профиля, § 275. *b*) *Нивеллированіе сложное.* Ходъ дѣйствія, § 276. Вычисленіе разности уровней крайнихъ точекъ, § 277. Опредѣленіе отмѣтокъ, § 278. Черченіе профиля, § 279. Продольное и поперечное нивеллированіе, § 280. Опредѣленіе отмѣтокъ поперечнаго нивеллированія, § 281. Черченіе профилей, § 282. Опредѣленіе паденія линіи, § 283. Опредѣленіе отмѣтки промежуточной точки, по данному паденію линіи, § 284. Опредѣленіе отмѣтки точки, лежащей внѣ продольнаго профиля, § 285. Практическія замѣчанія касательно нивеллированія, § 286.

REMOTE STORAGE

ГЛАВА I.

Предварительныя понятія.

§ 1. Подъ словомъ *планъ* мѣстности, разумѣютъ вообще изображеніе на бумагѣ какой-либо незначительной части земной поверхности, съ болѣе или менѣе подробнымъ означеніемъ предметовъ на ней находящихся; *съёмкою* же *плановъ*, или просто *съёмкою*, называется самое дѣйствіе составленія плановъ.

§ 2. Планы, сообразно съ цѣлію своего назначенія, принимаютъ особыя наименованія, какъ то: *хозяйственныхъ*, *лѣсныхъ*, *военныхъ*, *горныхъ*, *гидрографическихъ* и т. п.

а) Хозяйственные планы бываютъ двухъ родовъ: *граничные* и *подробные*.

На *граничныхъ* планахъ представляются со всевозможною точностію границы изображаемыхъ дачъ; всѣ же прочіе предметы мѣстности съ приближенною точно-

стію, или даже и вовсе неозначаются. Главнѣйшая цѣль подобнаго рода плановъ состоитъ въ показаніи пограничныхъ рубежей и въ доставленіи возможности опредѣлять по нимъ количество земли, находящейся въ дачѣ.

На *подробныхъ* же (детальныхъ) планахъ изображаются со всею точностію и отчетливостію всѣ предметы важные въ хозяйственномъ отношеніи, какъ-то: поля, съ показаніемъ сѣвооборотовъ и раздѣленія ихъ на десятины; луга, съ означеніемъ поемные ли они, мокрые, или сухіе; лѣса, съ показаніемъ породы лѣса, качества ихъ и грунта земли; кустарники; выгоны. Сверхъ того селенія, огороды, отдѣльныя зданія, рѣки, ручьи, каналы, болота, дороги, каменоломни, и проч. (*).

b) Лѣсные планы бываютъ также нѣсколькихъ родовъ, именно: *граничные, подробные*, планы *лѣсонасажденій* и *хозяйственные*.

На *граничныхъ лѣсныхъ* планахъ, подобно какъ на граничныхъ хозяйственныхъ, представляются однѣ только границы всей лѣсной дачи, со всею точностію и подробностію, безъ означенія контуръ, внутри лѣса находящихся.

На *подробныхъ лѣсныхъ* планахъ (иначе называемыхъ *абрисными* или *спеціальными*), означаются особыми контурами положеніе хозяйственныхъ участковъ, качество почвы, породы лѣсовъ, возрастъ оныхъ и густота насажденій. Сверхъ того, всѣ предметы важные въ отношеніи лѣсохозяйства, какъ то: рѣки, ручьи, дороги, и

(*) На планахъ этого рода, всѣ контуры, означающія различные предметы мѣстности, обводятся тушью и потомъ раскрашиваются, сходно съ принятыми условными знаками.

проч. Всѣ контуры, по вычерченіи плана не раскрашиваются, но означаются буквами и цифрами для удобнѣйшаго отысканія значенія оныхъ, въ прилагаемыхъ особо описаніяхъ.

Планы *лѣсонасажденій* представляютъ настоящее положеніе лѣса. Каждый изъ плановъ такого рода, по мѣрѣ возможности, помѣщается на одномъ листѣ бумаги. Породы лѣса означаются на сихъ планахъ особою краскою; степень же возраста лѣсонасажденія оттѣнками, которыя берутся тѣмъ гуще, чѣмъ старѣе лѣсъ.

На *хозяйственныхъ лѣсныхъ* планахъ, представляется лѣсъ въ совершенно устроенномъ видѣ. Такого рода планъ, не иное что есть, какъ проэктъ будущаго состоянія лѣса.

c) Такимъ же образомъ, на каждомъ изъ прочихъ родовъ плановъ означаются преимущественно тѣ предметы мѣстности, которые соотвѣтствуютъ цѣли, съ каковою производится съёмка, не обращая вниманія на прочіе: такъ наприм. если планъ снимается для военнаго употребленія, то необходимо, чтобы на немъ были означены со всею отчетливостію всѣ предметы важные въ тактическомъ отношеніи, т. е. имѣющіе вліяніе на дѣйствіе, движеніе и расположеніе войскъ. Слѣдовательно, на планахъ такого рода, нѣтъ никакой надобности означать границы частныхъ владѣній, раздѣленіе полей на десятины, и т. п.; но напротивъ необходимо, кромѣ селеній, путей сообщенія, переправъ, лѣсовъ, и проч., изображать условными знаками характеръ мѣстности, степень крутизны покатостей и т. п.

§ 3. Поелику земная поверхность, по неровностямъ на ней находящимся, криволинейна, то для изображенія оной въ уменьшенномъ видѣ, воображаютъ себѣ, что изъ

всѣхъ точекъ, взятыхъ на линіяхъ, ограничивающихъ предметы мѣстности, опущены перпендикуляры на *горизонтальную плоскость* (*), и что подошвы сихъ перпендикуляровъ соединены между собою линіями въ томъ же порядкѣ, въ какомъ соединены соотвѣтствующія точки мѣстности. Видъ каждой изъ фигуръ, такимъ образомъ образовавшихся на горизонтальной плоскости, и именуемыхъ *горизонтальными* (или орѳографическими) *проложеніями* (**), будетъ тотъ же самый, въ какомъ пред-

---

(*) *Горизонтальною плоскостію* именуется всякая плоскость параллельная поверхности стоячей воды. Она всегда перпендикулярна къ *отвѣсной линіи*, т. е. продолженію земнаго радіуса, или что тоже, линіи, опредѣляемой направленіемъ свободно падающихъ тѣлъ. Плоскость проходящая чрезъ отвѣсную линію, называется *плоскостію отвѣсною* или *вертикальною*.

(**) *Проложеніемъ* или *проэкціею точки*, наприм. A (черт. 6) на какой либо плоскости MN, называется подошва A′ перпендикуляра AA′, опущеннаго на сію плоскость изъ данной точки. *Проложеніемъ* или *проэкціею линіи*, называется линія, образуемая на плоскости подошвами перпендикуляровъ, опущенныхъ изъ всѣхъ точекъ данной линіи на сію плоскость. Очевидно, что если данная линія *прямая*, наприм. AB, то и проложеніе оной A′B′ также будетъ прямая, ибо перпендикуляры опущенные на плоскость MN изъ всѣхъ точекъ данной линіи, будутъ находиться въ одной и той же плоскости ABB′A′ перпендикулярной къ первой. Тоже произойдетъ и для всякой кривой линіи, если она лежитъ въ плоскости перпендикулярной къ той, на которой берутся проложенія.—Длина всякой прямой или кривой линіи можетъ тогда только равняться своему проложенію, когда она лежитъ въ плоскости параллельной къ плоскости проэкцій, т. е. на которую опускаются перпендикуляры; во всякомъ же иномъ случаѣ, *данная линія всегда длиннѣе своего проложенія*. И въ самомъ дѣлѣ, если AB есть прямая наклоненная къ плоскости MN, и AA′ $<$ BB′, то проведя чрезъ точку A прямую AD параллельную къ A′ B′, произойдетъ треугольникъ ABD, прямоугольный въ D, въ которомъ данная AB будетъ гипотенузою, а AD катетомъ; по AD=A′ B′; слѣдовательно AB$>$A′ B′.

Проложеніемъ или *проэкціею угла* BAC на плоскости, называется

ставится наблюдателю соотвѣтствующій предметъ мѣстности, если онъ поднимется надъ нимъ на значительную высоту. На планѣ означаютъ, руководствуясь геометрическими правилами, не самые предметы мѣстности, но упомянутыя проложенія оныхъ, съ пропорціональнымъ соблюденіемъ ихъ величины, вида и взаимнаго между ними расположенія. Въ слѣдствіе сего, подъ словомъ планъ какой либо мѣстности, должно въ строгомъ смыслѣ разумѣть изображеніе въ уменьшенномъ видѣ, не самой земной поверхности, но горизонтальнаго ея проложенія.

§ 4. Для доставленія же яснаго понятія на сколько однѣ изъ точекъ мѣстности выше или ниже другихъ, воображаютъ проходящія чрезъ нихъ отвѣсныя плоскости, и изображаютъ на бумагѣ происходящія отъ того линіи сѣченія на поверхности земли. Таковыя изображенія именуются *разрѣзами* или *профилями*, а самое дѣйствіе, посредствомъ коего составляютъ профили, *нивеллировкою* или *нивеллированіемъ*.

§ 5. Правила, объясняющія какимъ образомъ производится съёмка плановъ, опредѣляется количество земли по снятымъ планамъ, дѣлятся данные участки земли на части въ данномъ содержаніи, и наконецъ производится

уголъ B′A′C′, составленный изъ проложеній сторонъ онаго. Оба сіи угла будутъ тогда только равны между собою, когда плоскости оныхъ параллельны. Но если бока даннаго угла не параллельны къ плоскости проэкціи, тогда онъ можетъ иногда быть *менѣе*, иногда же *болѣе* своего проложенія. 1-й случай произойдетъ тогда, когда бока даннаго угла лежатъ по одну сторону плоскости DAE параллельной къ MN, и проходящей чрезъ вершину A; 2-й же случай тогда, когда одинъ изъ боковъ, наприм. AC, лежитъ выше плоскости DAE, а другой бокъ AF ниже оной.

нивеллировка, образуютъ особую часть Геодезіи, именуемую *Топографіею* или *Низшею Геодезіею* (*).

§ 6. Поелику всякій планъ есть изображеніе, въ уменьшенномъ видѣ, части земной поверхности, то ясно, что одно изъ главнѣйшихъ достоинствъ вѣрно снятаго плана должно состоять въ томъ, чтобы длины линій, соединяющихъ какія бы то ни было точки онаго, были въ одинакое число разъ менѣе разстояній между соотвѣтствующими точками мѣстности (или собственно говоря, между горизонтальными ихъ проложеніями).

(*) *Геодезіею* вообще называется отрасль Прикладной Математики, занимающаяся измѣреніемъ частей земной поверхности и изображеніемъ оной на бумагѣ. Ее раздѣляютъ на *Низшую Геодезію* или *Топографію*, и *Высшую* или собственно такъ называемую *Геодезію*. Въ сей послѣдней излагаются правила опредѣлять положеніе точекъ земной поверхности, принимая во вниманіе шарообразный ея видъ, а потому разсматривая кратчайшія разстоянія между ними не какъ прямыя линіи, но какъ дуги большихъ круговъ. Въ дѣйствіяхъ Высшей Геодезіи, именуемыхъ *дѣйствіями геодезическими*, встрѣчается надобность всякій разъ, когда хотятъ изобразить на бумагѣ значительную часть земли, т. е. такую, поверхность коей нельзя принимать за плоскость, но какъ часть шара, имѣющаго частныя неровности.

Это можно съ большею ясностію усмотрѣть изъ чертежа: предположимъ, что кривая ABC (черт. 17) представляетъ въ профилѣ какую-либо часть земной поверхности, а прямыя AA′, BB′, CC′ направленія отвѣсныхъ линій, взятыхъ въ точкахъ A, B, C. Хотя всѣ сіи линіи сходятся въ центрѣ земли, и образуютъ углы тѣмъ большіе, чѣмъ точки отдаленнѣе однѣ отъ другихъ, однакоже когда участокъ земли малъ, тогда безъ чувствительной погрѣшности можно принимать ихъ за прямыя между собою параллельныя; въ семъ случаѣ горизонтальная плоскость, взятая для одного какого-либо мѣста сего пространства, будетъ служить таковою же и для всякаго другаго, ибо она будетъ перпендикулярна ко всѣмъ вышесказаннымъ отвѣснымъ линіямъ. Если же напротивъ, часть земной поверхности значительно велика, тогда отвѣсныя линіи AA′, BB′, CC′, надобно разсматривать какъ прямыя сходящіяся въ цен-

Это условіе достигается при производствѣ съёмки, во 1-хъ, измѣреніемъ какою-либо линейною единицею, наприм. саженью, футомъ и т. п., разстояній между различными точками мѣстности; во 2-хъ, опредѣленіемъ величинъ угловъ, образуемыхъ таковыми линіями, и наконецъ въ 3-хъ, построеніемъ на бумагѣ линій и угловъ, изъ коихъ бы первыя были пропорціональны измѣреннымъ въ полѣ, или, собственно говоря, горизонтальнымъ ихъ проложеніямъ, а вторыя соотвѣтственно равны.

Измѣреніе въ полѣ линій и угловъ производится особыми снарядами и инструментами, устройство и употребленіе коихъ будетъ нами въ послѣдствіи изложено съ достаточными подробностями. Здѣсь же ограничимся объясненіемъ, какимъ образомъ откладываются на бумагѣ линіи пропорціональныя измѣреннымъ въ полѣ, и чертятся углы, число градусовъ коихъ извѣстно.

§ 7. Пропорціональность въ отложенныхъ на планѣ

трѣ земли. Въ семъ случаѣ горизонтальная плоскость, наприм. для точки A, не будетъ таковою для точки B (ибо прямая AA′ по условію не параллельна къ BB′), и если бы вообразили, что каждая изъ точекъ сего пространства проложена на соотвѣтствующую ей горизонтальную плоскость, то при одинаковомъ разстояніи таковыхъ плоскостей отъ центра земли, произошла бы отъ взаимнаго пересѣченія оныхъ сферическая поверхность, параллельная продолженію поверхности океана. Правила, объясняющія опредѣлять положеніе точекъ мѣстности въ первомъ случаѣ, т. е. когда оныя могутъ быть проложены на одну и ту же плоскость, составляютъ предметъ Топографіи или Низшей Геодезіи, а во 2-мъ Высшей. Изображеніе мѣстности въ 1-мъ случаѣ носитъ названіе *плана*, а во 2-мъ *карты*. Если изображаемый участокъ земной поверхности не болѣе 50 верстъ въ длину и ширину, то можно безъ чувствительной погрѣшности, не обращать вниманія на сферическій видъ земли, но разсматривать ее какъ плоскую.

линіяхъ, очевидно будетъ достигнута, если каждая изъ нихъ будетъ заключать въ себѣ какую либо линейную частицу столько разъ, сколько въ соотвѣтствующей ей на мѣстности содержится линейныхъ единицъ, наприм. саженей, футовъ и т. п. Для выполненія этого дѣлается особое построеніе, именуемое *масштабомъ*. Простѣйшаго рода масштабъ, не иное что есть, какъ прямая линія раздѣленная на произвольное число равныхъ между собою частей, какъ представлено на чер. 3, гдѣ на линіи *ac* отложено 10 равныхъ частей, означенныхъ цифрами 0, 1, 2, 3...., и первая часть *ab* раздѣлена на 10 равныхъ долей. Для отложенія на планѣ 64 такихъ долей, поставятъ одну изъ циркульныхъ ножекъ на дѣленіе означенное цифрою 6, а другую на четвертое дѣленіе отъ 0; такимъ образомъ, если каждая частица принимается выражающею 1 саж., то взятое раствореніе циркуля выразитъ 64 саж.

§ 8. Для доставленія возможности откладывать на планѣ съ бо̀льшею точностію весьма мелкія доли данной линіи, дѣлается слѣдующее построеніе, называемое *поперечнымъ масштабомъ*. Чтобы имѣть наприм. 25-я доли линіи AB (чер. 4), откладываютъ сперва части B C,DC ....., равныя сей линіи; изъ точекъ дѣленія возставляютъ перпендикуляры AF, BG, CH, DI, и проводятъ пять параллельныхъ линій къ AD, въ произвольномъ, но равномъ разстояніи одна отъ другой. Потомъ раздѣливъ линію AB на 5 равныхъ частей, соединяютъ первую точку дѣленія R съ точкою F, а потомъ чрезъ всѣ прочія точки S, T, U, B, проводятъ прямыя параллельныя къ RF. Поелику треуг-ки F*ab*, F*cd*, F*ef*.... подобны треуг-ку FAR, и бока оныхъ F*a*, F*c*, F*e*.... составляютъ $\frac{1}{5}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{5}$....

всей линіи AF, то длины *ab*, *cd*, *ef*.... будутъ равны $\frac{1}{5}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{5}$.... части AR. Но сія послѣдняя есть 5-я доля цѣлой линіи AB; слѣд. частица *ab* равняется $\frac{1}{25}$ сей линіи, частица $cd=\frac{2}{25}$ AB, $ef=\frac{3}{25}$ AB, и т. д. И такъ, для отложенія съ помощію такого масштаба длины, содержащей 62 доли, должно поставить одну изъ циркульныхъ ножекъ въ точку M, а другую въ точку N, ибо длина MN, состоитъ изъ $Mx=50$ дол., изъ $xy=2$ дол. и изъ $Ny=BT=10$ дол. Также растворе-ніе циркуля равное PQ будетъ заключать въ себѣ 25+4+5=34 дол.

Очевидно, что еслибы при построеніи поперечнаго масштаба, линію AB раздѣлили на 10 равныхъ частей, и провели 10 равноотстоящихъ параллельныхъ линій, то получилась бы возможность откладывать 100-я доли линіи AB (*). Такой сотенный масштабъ представленъ на чер. 5. Для отложенія, наприм. 478 долей, надобно взять растворе-ніе циркуля по той изъ параллельныхъ линій, которая означена на чертежѣ цифрою 8, помѣстивъ одну изъ его ножекъ на перпендикулярѣ означенномъ числомъ 400, а другую на 7-й поперечной, считая отъ 0. Если каждая сотая доля этого масштаба представляетъ на планѣ $\frac{1}{2}$ саж., то взятое такимъ образомъ растворе-ніе циркуля выразить 239 саж.

(*) Вообще для раздѣленія линіи на данное число частей, надлежитъ это число разложить на два множителя, и потомъ раздѣливъ данную линію на число равное одному изъ нихъ, провести столько равноотстоящихъ параллельныхъ, какъ великъ другой. Такъ наприм. для числа 48, разложимъ его на 8 и 6; послѣ чего данную линію раздѣлимъ на 8, и проведемъ 6 параллельныхъ.

§ 9. При производствѣ съёмокъ принято за правило для построенія масштаба брать не произвольную длину АВ, но какую либо опредѣленную долю той линейной единицы, коею измѣряются въ полѣ разстоянія, и дѣлить оную вышесказаннымъ образомъ на 100 частей, какъ на число сообразное съ десятичною системою нумераціи. У насъ въ Россіи для черченія масштаба берется англійскій дюймъ, какъ составляющій 12-ю долю фута, или 84-ю долю саженн. Это дѣлается для того, чтобы имѣть возможность опредѣлять, во сколько разъ менѣе представлена мѣстность на планѣ. И въ самомъ дѣлѣ, если длина англійскаго дюйма будетъ на планѣ выражать наприм. 200 саж., то всякая линія, взятая на мѣстности, изобразится на немъ во столько разъ менѣе, во сколько 1 дюймъ менѣе 200 саж.; но какъ одинъ дюймъ составляетъ 84-ю долю саженн, а 1 саж. есть 200-я доля 200 саженъ, то $84 \times 200 = 16800$ изобразитъ во сколько разъ 1 дюймъ менѣе 200 саж., или во сколько разъ мѣстность представлена на планѣ въ меньшемъ видѣ. Таковое отношеніе обыкновенно представляютъ въ видѣ дроби $\frac{1}{16800}$, которой числитель есть 1, а знаменатель вышесказанное число. Вообще изъ этого примѣра можно заключить, что для опредѣленія *во сколько разъ уменьшена мѣстность на планѣ, надобно помножить число выражающее сколько линія масштаба содержится въ линейной единицѣ, коею измѣряются въ полѣ разстоянія, на число, показывающее сколько таковыхъ единицъ принято въ линіи масштаба.* Это произведеніе изобразитъ знаменателя дроби, которой числитель есть 1.

Очевидно, что для рѣшенія обратнаго вопроса, т. е.

для опредѣленія сколько должно принять саженей въ англійскомъ дюймѣ, чтобы мѣстность была представлена на планѣ въ данное число разъ менѣе, надобно раздѣлить *знаменателя дроби на* 84; частное изобразитъ искомое число саженей. Такъ наприм., если требуется мѣстность изобразить на планѣ въ $\frac{1}{8400}$, то раздѣливъ 8400 на 84, частное 100 выразитъ то число саженей, какое надобно принять въ дюймѣ.

Возможность опредѣлять по данному числу саженей, или вообще линейныхъ единицъ, принимаемыхъ въ линейномъ масштабѣ, степень умеьшенія мѣстности на планѣ, и обратно, служитъ причиною, почему обыкновенно подъ словомъ *масштабъ*, разумѣютъ, какъ линію раздѣленную на нѣсколько равныхъ частей, съ помощію коей откладываются линіи на планѣ, такъ равно и ту дробь, которая представляетъ во сколько разъ мѣстность уменьшена на планѣ. Такимъ образомъ говорятъ: планъ снятъ въ масштабѣ $\frac{1}{4200}$ или $\frac{1}{8400}$ и проч. Это значитъ, что въ дюймѣ принято въ 1-мъ случаѣ 50 саж., а во 2-мъ 100 саж.

§ 10. Чѣмъ масштабъ болѣе, т. е. чѣмъ менѣе саженей принято въ дюймѣ, тѣмъ болѣе подробностей можно изобразить на планѣ, и обратно; ибо если наприм. масштабъ взятъ въ $\frac{1}{4200}$, (т. е. 50 саж. въ дюймѣ), то, при сотенномъ дѣленіи дюйма, можно откладывать на планѣ длины до $\frac{1}{2}$ саж.; если же масштабъ принятъ въ $\frac{1}{16800}$, (т. е. 200 саж. въ дюймѣ), то не менѣе 2 саж. При производствѣ какой бы то нибыло съёмки, масштабъ принимается такой, чтобы можно было изображать на планѣ всѣ подробности, сообразно цѣли назначенія онаго. *Хозяйственные* планы снимаются у насъ въ Россіи обыкновенно въ масштабѣ

$\frac{1}{8400}$, а самые подробные въ масштабѣ $\frac{1}{4200}$. Масштабъ же для военно-топографическихъ берется $\frac{1}{16800}$.

§ 11. Черченіе угловъ, заключающихъ данное число градусовъ, производится посредствомъ транспортира, масштаба хордъ и таблицы хордъ.

Транспортиромъ называется мѣдный или роговой полукругъ AEB (чер. 7 и 12), раздѣленный на градусы и полуградусы. Нижняя его часть ABB′A′ имѣетъ видъ линейки, имѣющей край A′B′ параллельный діаметру AB. Градусная подпись располагается обыкновенно въ обѣ противоположныя стороны отъ 0 до 180° (*).

Для начерченія при точкѣ O (чер. 12), данной на линіи NS, угла, наприм. въ 42°, транспортиръ кладется на бумагу такъ, чтобы нижній край A′B′ линейки проходилъ чрезъ данную точку O, а центръ C полукруга и дѣленіе означающее 42° находились на прямой NS; послѣ того по краю A′B′ проводятъ карандашемъ черту OL. По причинѣ параллельности края A′B′ съ діаметромъ AB, уголъ NOL очевидно будетъ равенъ углу NCB, т. е. 42°.

Такимъ же образомъ поступили бы, если бы данная точка находилась внѣ прямой NS, какъ наприм. D, и требовалось провести чрезъ нее такую прямую OL, чтобы она составляла съ линіею NS уголъ, коего число градусовъ дано.

Наконецъ, если потребуется узнать сколько градусовъ заключается въ начерченномъ на бумагѣ углѣ KCB (чер. 7), транспортиръ кладется на нее такъ, чтобы

(*) На чер. 7 и 12, градусная подпись по недостатку мѣста означена въ одну только сторону.

діаметръ АВ совпадалъ съ одною изъ сторонъ СВ даннаго угла, а центръ его съ вершиною. Послѣ чего останется разсмотрѣть, какое именно дѣленіе находится въ точкѣ пересѣченія транспортира съ другимъ бокомъ СК угла.

§ 12. *Линіею* или *масштабомъ хордъ*, называется прямая линія *ab* (чер. 2), на коей отложены длины хордъ круга, произвольнаго радіуса, стягивающихъ дуги различнаго числа градусовъ. Части заключающіяся между дѣленіями, означенными 0 и 10, 0 и 20, 0 и 30.... представляютъ длины хордъ стягивающихъ дуги въ 10°, 20°, 30° и т. д. Употребленіе сей линіи хордъ весьма просто: для начерченія, наприм. на прямой АВ (чер. 13) при точкѣ А, угла въ 42°, описывается дуга изъ точки А, радіусомъ АВ равнымъ хордѣ въ 60°, которая, какъ извѣстно, есть бокъ вписаннаго шестиугольника. Потомъ взявъ по линіи хордъ раствореніе циркуля, равное хордѣ стягивающей дугу даннаго числа градусовъ, т. е. 42°, откладываютъ оное по начерченной дугѣ отъ точки В до С. Радіусъ АС проведенный чрезъ точку С, составитъ съ данною прямою АВ требуемый уголъ.

§ 13. Самый же точнѣйшій способъ черченія угловъ различествуетъ отъ предшествующаго тѣмъ, что хорды берутся не по масштабу хордъ, но по поперечному масштабу (§ 8), будучи предварительно вычислены въ тысячныхъ частяхъ радіуса.

Изъ Тригонометріи извѣстно, что длина хордъ опредѣляется по формулѣ

$$K=2\,R\sin\tfrac{1}{2}a,$$

гдѣ К есть хорда, R радіусъ круга и a число градусовъ соотвѣтствующей дуги. Посему положивъ R=1000, и подставя вмѣсто a данное число градусовъ, получимъ

искомую длину, выраженную въ тысячныхъ доляхъ радіуса. Для самаго же построенія угла надобно описать дугу радіусомъ, равнымъ какимъ либо 1000 частямъ, и на сей дугѣ отложить хорду заключающую столько сихъ частей, сколько найдено было чрезъ вычисленіе.

Но чтобы не прибѣгать всякій разъ къ вышесказаннымъ вычисленіямъ, составляется единожды навсегда таблица хордъ для каждаго даннаго числа градусовъ, подобно предложенной въ концѣ сей книги (см. табл. IV). 1-й столбецъ оной представляетъ числа градусовъ, а послѣдующіе столбцы длины хордъ для каждыхъ 5′ отъ 0° до 90°, и для каждыхъ 15′ отъ 90° до 140°. Пріисканіе хордъ по сей таблицѣ совершается весьма просто: наприм. чтобы взять хорду для 35° 55′, пріискиваютъ въ столбцѣ, въ заглавіи коего стоитъ 55′, то число, которое соотвѣтствуетъ данному числу градусовъ, т. е. 33°. Требуемое число есть 617.

Если же потребовалось бы пріискать хорду для 52° 22′, какъ такого числа, которое не находится въ таблицѣ, то взяли бы хорду для числа градусовъ и минутъ ближайшаго данному, т. е. для 52° 20′. Искомая хорда въ семъ случаѣ будетъ 882.

§ 14. Поелику для построенія угловъ съ помощію таблицы хордъ, надобно имѣть линію, раздѣленную на 1000 равныхъ частей, то для практическаго дѣйствія всего удобнѣе отложить на прямой линіи 10 полудюймовъ, и на одномъ изъ нихъ начертить сотенный поперечный масштабъ, какъ представлено на чер. 5. Сотыя части полудюйма будутъ служить тысячными долями 10 полудюймовъ или 5 дюймовъ, а потому дуги надобно описывать радіусомъ равнымъ 10 полудюймамъ, а хорды откладывать растворенiемъ циркуля взятымъ

по масштабу, соотвѣтственно числу прописанному въ таблицѣ, какъ было объяснено на стр. 10. Такъ наприм. для построенія угла въ 41° 40′ на линіи AB (чер. 13) при точкѣ A, описывается изъ сей послѣдней радіусомъ AB равнымъ 10 полудюймамъ, дуга BE; потомъ найдя въ таблицѣ, что для 41° 40′, хорда равняется 711, беремъ сію длину по нашему масштабу (чер. 5), именно: по той параллельной линіи, которая означена сверху цифрою 1, поставя одну изъ циркульныхъ ножекъ на перпендикулярѣ означенномъ числомъ 700, а другую на поперечной чертѣ, подписанной числомъ 10. Это раствореніе циркуля откладываемъ по дугѣ BE отъ точки B до C (чер. 13).

Черченіе тупыхъ угловъ по вышесказанному не будетъ имѣть удовлетворительной точности, ибо чѣмъ уголъ CAB болѣе (черт. 13), тѣмъ хорда BC будетъ образовывать съ радіусомъ AC при точкѣ C острѣйшій уголъ. По сей причинѣ, для доставленія чертежу большей точности, полезно на данной прямой чертить въ сторону противуположную дополненіе даннаго числа градусовъ до 180°. Такъ наприм. если дана линія AD (черт. 13) и требуется при точкѣ A построить уголъ въ 140° 35′, то продолживъ линію DA въ противуположную сторону отъ точки A къ B, должно на линіи AB, руководствуясь вышеизложеннымъ, построить уголъ BAC въ 180—140° 35′ = 39° 25′.

Но еслибы случилось, что край бумаги не дозволилъ продолжить данную линію, тогда возставили бы съ помощію линѣйки и наугольника изъ вершины требуемаго угла перпендикуляръ къ данной линіи, а потомъ начертили бы на семъ послѣднемъ избытокъ требуемаго угла надъ 90°. Такъ наприм., если желаютъ на ли-

ніи AB (черт. 42) при точкѣ A начертить уголъ въ 140° 35′, то возставивъ перпендикуляръ AD къ AB, построили бы уголъ DAC равный 50° 35′, какъ было объяснено на стр. 16.

Въ заключеніе надлежитъ присовокупить, что за неимѣніемъ полудюйма, раздѣленнаго на 100 частей, съ пользою можно употреблять для построенія угловъ съ помощію таблицы хордъ, тѣ поперечные масштабы, на коихъ дюймъ раздѣленъ на 100 частей, и каковые обыкновенно вырѣзываются на мензульныхъ алидадахъ и на мѣдныхъ линеечкахъ въ математическихъ готовальняхъ. Въ семъ случаѣ различіе въ дѣйствіи будетъ состоять только въ томъ, что встрѣтится надобность описывать дуги посредствомъ рычажнаго циркуля, радіусомъ равнымъ 10 дюймамъ; а длины хордъ, пріисканныхъ въ таблицѣ, откладывать въ сотыхъ частяхъ дюйма. За неимѣніемъ же рычажнаго циркуля, необходимо дуги описывать посредствомъ простаго циркуля радіусомъ равнымъ 5 дюймамъ, а при отложеніи хордъ принимать каждую сотую долю дюйма за двѣ части, подобно какъ это дѣлается при откладываніи даннаго числа саженей, когда дюймъ принимается за 200 саженей. Такъ наприм. для отложенія длины хорды равной 816, и соотвѣтствующей углу 48° 10′, возьмутъ по масштабу раствореніе циркуля равное 408 сотымъ частямъ дюйма.

ГЛАВА II.

О вѣшеніи и измѣреніи линій и о производствѣ съёмки безъ помощи угломѣрныхъ снарядовъ.

А. Вѣшеніе линій.

§ 15. Точки мѣстности, которыхъ положеніе желаютъ опредѣлить на планѣ, обозначаются *вѣхами* — такъ называются прямыя жерди, длиною отъ 1 до 2 саженей и болѣе, съ нижняго конца обвостренныя, а на верхнемъ имѣющія навязанный лоскутъ холста въ видѣ флага, или листъ бѣлой бумаги, или пучекъ соломы, хвороста и т. п. При выборѣ навязки всегда должно соблюдать, чтобы она была цвѣту бѣлаго, когда вѣха изъ другихъ точекъ будетъ видна на темномъ группѣ, и темнаго, когда на свѣтломъ; въ противномъ случаѣ, невозможно будетъ издали усматривать вѣху съ ясностію.

§ 16. *Вѣшить* линію значитъ становить рядъ вѣхъ такъ, чтобы онѣ находились въ одной и той же отвѣсной плоскости, и въ столь близкомъ одна отъ другой разстояніи, чтобы изъ каждаго промежуточнаго мѣста

между ними, были видимы по крайней мѣрѣ двѣ изъ нихъ. Вѣхи, употребляемыя въ семъ случаѣ, должны быть длиною съ небольшимъ сажень, прямыя, тонкія и безъ всякой навязки сверху.

Вотъ различные случаи, встрѣчающіеся при вѣшеніи:

§ 17. *По даннымъ на землѣ двумъ точкамъ* A и B, *требуется продолжить линію ими опредѣляемую* (чер. 8). Поставя въ сихъ точкахъ по вѣхѣ, сколь возможно отвѣснѣе, выбирается шагахъ въ 100 или болѣе отъ B, такое мѣсто C, откуда бы вѣха B казалась заслоняющею вѣху A. На сей точкѣ C, держа обѣими руками вѣху предъ собою такъ, чтобы она собственною тяжестію приняла отвѣсное направленіе, втыкаютъ ее въ землю: потомъ отойдя по продолженію линіи шаговъ на 5 или болѣе, смотрятъ, покрываетъ ли вновь поставленная вѣха двѣ прежнія и имѣетъ ли она вертикальное положеніе. Если то и другое выполняется, то отходятъ снова на приличное разстояніе и такимъ же образомъ становятъ вѣхи D, E и проч. Очевидно, что если точка C избрана ошибочно, наприм. если вѣха поставлена въ *c*, то всѣ послѣдующія точки будутъ болѣе и болѣе уклоняться отъ даннаго направленія (*).

§ 18. Требуется *провѣшить линію между двумя*

(*) Вообще чѣмъ длиннѣе провѣшиваемая линія, тѣмъ болѣе предосторожностей надобно брать при самомъ вѣшеніи. Если вѣхи кривы, или не совсѣмъ отвѣсно воткнуты, или наконецъ изъ каждаго мѣста, занимаемаго вѣхою, не ясно видимы двѣ изъ поставленныхъ, то неминуемо произойдетъ невѣрность въ вѣшеніи. По сей причинѣ въ дѣйствіяхъ, требующихъ строгой точности, полезно употреблять вѣхи, выкрашенныя черною и бѣлою краскою (какъ верстовые столбы) и окованныя съ нижняго конца желѣзомъ.

данными точками A и E (черт. 8). Сей вопросъ рѣшается различнымъ образомъ:

1-й способъ. Съёмщикъ, отойдя отъ точки A шаговъ на пять назадъ, по направленію данной линіи, посылаетъ впередъ одного изъ своей прислуги съ вѣхою, и подавая ему знаки рукою, заставляетъ его передвигаться вправо или влѣво, пока онъ не займетъ точку, наприм. B, находящуюся на прямой AE, или что тоже, пока вѣхи A, B и E не будутъ казаться съёмщику закрывающими одна другую. Послѣ того прочія точки C, D..... выбираются какъ объяснено было въ § 17.

2-й способъ. Два человѣка, держа каждый по вѣхѣ, выбираютъ такія двѣ точки *c* и *d* (черт. 9), чтобы изъ *c* видна была точка E, а изъ *d* точка A, и при томъ, чтобы *d* была на продолженіи линіи A*c*. Находящійся въ *c*, видя, что товарищъ его стоитъ вправо отъ линіи *c*E, передвигается самъ влѣво. Сей же послѣдній передвигается въ ту же сторону, занимая всякій разъ такую точку, изъ коей бы вѣха, которую держитъ первый, казалась закрывающею точку A. Такъ наприм. когда первый перейдетъ въ c', то второй въ d'; когда первый займетъ точку c'', тогда второй точку d'' и т. д. Наконецъ когда они оба займутъ такія точки C и D, что смотря изъ первой, вѣха D будетъ казаться находящеюся по линіи CE, а изъ D, вѣха C по линіи AD, тогда обѣ сіи точки очевидно будутъ лежать по направленію требуемой прямой AE (*).

(*) Сіи оба способа часто употребляются въ практикѣ для рѣшенія слѣдующаго вопроса: найдти на мѣстности точку, находящуюся въ направленіи отвѣсной плоскости, проходящей чрезъ два данные пункта A и E (черт. 9 и 21).

3-й способъ. Два человѣка занимаютъ, какъ сказано выше, двѣ произвольныя точки *c* и *d* (черт. 21), лежащія по направленію прямой проходящей чрезъ точку A; послѣ того стоящій въ *c* переводитъ другаго на линію *c* E, наприм. въ точку *d'*; сей послѣдній переводитъ перваго на линію *d'*A, наприм. въ точку *c'*, и т. д., пока найдутся такія двѣ точки C и D, чтобы смотря изъ C, вѣха D казалась покрывающею точку E, а изъ D вѣха C точку A.

Оба послѣдніе способа въ практикѣ употребительнѣе перваго, допускаемаго въ томъ только случаѣ, когда разстояніе между двумя данными точками не велико, или по крайней мѣрѣ, когда изъ одной изъ нихъ можно видѣть другую.

§ 19. Иногда случается, что гора, находящаяся между двумя данными пунктами A и E (черт. 9), не дозволяетъ выбрать такихъ двухъ точекъ *c* и *d*, чтобы изъ одной видна была точка E, а изъ другой точка A; но находясь на вершинѣ горы, можно изъ одного только мѣста видѣть обѣ данныя. Вѣшеніе линіи въ подобномъ случаѣ неиначе можетъ быть исполнено, какъ посредствомъ трехъ вѣхъ. Предположимъ, что изъ точки *c* (черт. 10) видны обѣ данныя A и E. Съёмщикъ, занявъ съ вѣхою сію точку, выбираетъ на линіяхъ A*c* и E*c* точки *b* и *d*, такъ, чтобы изъ *b* видны были вѣхи *c* и *d*, а изъ *d* вѣхи *b* и *c*. Стоящій въ *b* или *d*, переводитъ средняго изъ *c* въ *c'*, т. е. на линію *bd*; средній же переводитъ обоихъ другихъ изъ *b* въ *b'*, изъ *d* въ *d'*, на линіи A*c'* и E*c'*; послѣ чего самъ переходитъ по указаніямъ товарищей на линію *b'c'* въ *c''* и т. д. Когда наконецъ всѣ трое займутъ точки B, C, D, такъ, что изъ C другіе двое B и D, будутъ казаться находящимися на линіяхъ AC и CE,

а изъ B или D, средній на линіи BD, тогда очевидно всѣ сіи три точки будутъ удовлетворять вопросу.

Если наконецъ мѣстность не дозволитъ выбрать и трехъ точекъ, выполняющихъ вышесказанное условіе, то руководствуясь тѣмъ же правиломъ, очевидно можно провѣшить линію, выбравъ четыре и даже болѣе точекъ такъ, чтобы въ каждой изъ нихъ другія двѣ, одна за другою находящіяся, были въ отвѣсной плоскости. Изъ черт. 11 можно понять весь ходъ дѣйствія; послѣдовательныя мѣста означены на немъ цифрами.

§ 20. Когда провѣшиваемую линію, пролегающую на равнинѣ, должно продолжить по скату BD (чер. 18) горы, тогда поставя вѣху B при ея подошвѣ сколь возможно отвѣснѣе, выбираютъ на скатѣ точку C, такъ, чтобы изъ ней верхъ вѣхи B казался закрывающимъ низъ вѣхи A; послѣ того точка D выбирается по точкамъ B и C, и т.д.

Но если скатъ горы столь крутъ, что лучь зрѣнія изъ C чрезъ верхъ вѣхи B (черт. 19) не достигаетъ подошвы вѣхи A, тогда ставятъ промежуточную вѣху M въ отвѣсной плоскости точекъ Z и A; а потомъ вѣху C по точкамъ M и B. На вершинѣ же горы выбираютъ точку D по вѣхамъ Z и A, а вѣху E по A и D, и т. д.

§ 21. Когда при вѣшеніи линіи встрѣтится надобность продолжить ее по даннымъ точкамъ, наприм. A и B (черт. 14), чрезъ широкую и глубокую долину, тогда выберутъ на противуположномъ скатѣ точку F въ отвѣсной плоскости, проходящей чрезъ A и B; потомъ точку G по вѣхамъ A и F или B и F. Имѣя же на обоихъ скатахъ точки A, B и F, G, легко будетъ поставить промежуточныя вѣхи C и D, первую по F и G, а вторую по A и B.

Если же бы даны были концы A и G линіи, пролегающей чрезъ таковую долину, то выбрали бы сперва промежуточныя точки B и F на обоихъ противуположныхъ скатахъ, руководствуясь изложеннымъ въ § 18, а потомъ при подошвѣ спхъ скатовъ точку C по F и G, и точку D по A и B.

§ 22. Чрезъ лѣсъ или густой кустарникъ можно провѣшить линію не иначе, какъ сдѣлавъ напередъ просѣкъ шириною около $\frac{1}{2}$ сажени. Излишнее было бы объяснять какимъ образомъ дѣлается просѣкъ по продолженію даннаго направленія, означеннаго вѣхами. Для сдѣланія же просѣка между двумя данными точками, находящимися по обѣ стороны лѣса или кустарника, требуются сложнѣйшіе пріемы, которые будутъ нами объяснены въ послѣдствіи, при изложеніи хода производства съёмки.

Но если случится, что вмѣсто просѣка CB (черт. 22) между двумя данными пунктами A и B, имѣется уже готовый, или сдѣланъ по ошибкѣ просѣкъ C′B′ по линіи AE′, то можно найдти искомое направленіе AB, поступая слѣдующимъ образомъ:

Посредствомъ пріёмовъ, которые ниже сего будутъ показаны (см. § 35), отыскивается на линіи AE′ положеніе точки B′, служащей подошвою перпендикуляра, опущеннаго на сію прямую изъ точки B. Потомъ изъ произвольной точки C′, взятой на той же прямой AE′, возставляется перпендикуляръ, и опредѣляется положеніе точки C пересѣченія онаго съ требуемою линіею AB. Изъ подобныхъ треугольниковъ ABB′ и ACC′ имѣемъ пропорцію

$$AB' : BB' = AC' : CC',$$

$$\text{откуда } CC' = \frac{BB' \times AC'}{AB'}$$

И такъ, если AB′, BB′ и AC′ будутъ измѣрены, то останется отъ точки C′ отмѣрить по взятому перпендикуляру найденную величину CC′, и по точкамъ A и C продолжить линію чрезъ лѣсъ.

Къ сему слѣдуетъ присовокупить, что если бы точка A находилась возлѣ самой опушки лѣса, то вмѣсто возставленія перпендикуляра изъ точки C′, находящейся между A и B′, взяли бы точку E′ по другую сторону точки B′, и возставили перпендикуляръ EE′ длина коего опредѣлится изъ подобныхъ треугольниковъ ABB′ и AEE′, послѣ чего останется сдѣлать просѣкъ по точкамъ B и E; или, провѣшивъ линію AB′ отъ точки A въ противную сторону къ F′, отмѣрили бы произвольную длину AF′, а изъ точки F′ возставивъ къ AF′ перпендикуляръ, отмѣрили на немъ длину FF′ (которая опредѣлится изъ подобныхъ треугольниковъ AFF′ и ABB′), и провѣшили линію чрезъ лѣсъ по точкамъ F и A.

B. Измѣреніе линій.

§ 23. Линіи на мѣстности измѣряются *цѣпью, веревкою, шнуромъ и шагами.*

Мѣрная цѣпь дѣлается изъ желѣзной проволоки, толщиною въ гусиное перо, длиною въ 10 саженъ, и состоящею изъ 70 колѣнъ, соединяющихся одно съ другимъ кольцами (черт. 1); слѣдовательно разстояніе между центрами двухъ послѣдовательныхъ колецъ равно 1 англійскому футу. Кольца дѣлаютъ изъ желѣза, а тѣ, кои означаютъ сажени, изъ мѣди. Къ обѣимъ оконечностямъ цѣпи придѣлываются кольца бо̀льшаго діаметра, а крайнія колѣна дѣлаются короче, дабы разстояніе между центрами колецъ оставалось постоянно одинаковымъ. Каждое изъ

сихъ крайнихъ колецъ, при измѣреніи линій, надѣвается на колъ (называемый *цѣпнымъ*), длиною около $\frac{1}{2}$ сажени, и имѣющій снизу перекладинку, дабы тянувши за одинъ изъ кольевъ, цѣпь съ него не сваливалась; нижній же конецъ кола заостривается.

§ 24. *Веревки*, употребляемыя для измѣренія линій, дѣлаются также въ 10 саженъ длины, толщиною около $\frac{1}{2}$ дюйма; на концахъ дѣлаются петли для просовыванія кольевъ. Сажени и футы означаются навязанными лоскутками холста или сукна. Для предохраненія, по мѣрѣ возможности, такихъ веревокъ отъ вліянія сырости, ихъ варятъ въ маслѣ и даже обмасливаютъ; впрочемъ не смотря на сію предосторожность, измѣреніе линій веревками бываетъ весьма невѣрно, и должно прибѣгать къ употребленію оныхъ только въ томъ случаѣ, когда съёмщикъ не имѣетъ цѣпи.

§ 25. *Шнуры* дѣлаютъ въ 100 саженъ длины, изъ тонкой, но крѣпкой пеньковой бичевки, тщательно обсмаливаемой. Сажени и десятки саженей означаются кусочками кожи. Шнуръ наматывается на катушку, обращающеюся на колѣ, снизу обвостренномъ для втыканія въ землю. Сей снарядъ съ пользою употребляется при нанесеніи на планъ подробностей, какъ то мы увидимъ въ послѣдствіи.

§ 26. Измѣреніе линій шагами допускается при производствѣ съёмки только на весьма малыхъ разстояніяхъ, или когда разстоянія сіи требуется опредѣлить съ приближенною точностію. Средній шагъ человѣка принимается равнымъ 1 аршину, т. е. $\frac{1}{3}$ сажени. При самомъ же измѣреніи шагами необходимо, чтобы съём-

щикъ дѣлалъ шаги одинаковой величины, и не уклонялся отъ направленія измѣряемой линіи въ сторону (*).

§ 27. Вообще же при производствѣ подробной съёмки линіи преимущественно измѣряются цѣпью. Это дѣйствіе производится слѣдующимъ образомъ: два человѣка, взявшись за цѣпные колья, вытягиваютъ цѣпь по направленію измѣряемой линіи, наблюдая, чтобы колѣна ея не были запутаны. Одинъ втыкаетъ колъ въ ту точку, отъ которой измѣреніе начинается, а другой, приведя свой колъ въ отвѣсное положеніе и придерживая его за верхній конецъ, отступаетъ на полшага въ сторону и даетъ чрезъ то возможность первому повѣрить, находится ли оный въ направленіи измѣряемой линіи. По указаніямъ товарища онъ передвигаетъ свой колъ вправо или влѣво, доколѣ не поставитъ его на измѣряемой линіи: тогда осторожно встряхнувъ цѣпь, вытягиваетъ ее такъ, чтобы она покрыла прежде означенную коломъ ямочку. Послѣ того воткнувъ одинъ изъ имѣющихся у него 10 колышковъ (длиною около фута) въ то мѣсто, которое было занято центромъ крайняго кольца, тащитъ цѣпь впередъ. Сзади идущій, дойдя до воткнутаго колышка, останавливаетъ передняго, и вынувъ колышекъ, становитъ на его мѣсто свой цѣпной колъ. Такимъ образомъ дѣйствіе продолжается да-

(*) Для опредѣленія съ бо́льшею точностію величины шага должно измѣрять прямую линію сперва цѣпью, а потомъ шагами; послѣ чего не трудно будетъ узнать среднюю величину шага, или, посредствомъ пропорціи опредѣлить въ саженяхъ всякую линію измѣренную шагами. Такъ наприм. если линія въ 30 саж. оказалась равною 80 шагамъ, то для опредѣленія числа саженей линіи въ 115 шаговъ, составляемъ пропорцію

$$80 : 30 :: 115 : x, \text{ откуда } x = \frac{30 \times 115}{80} = 43 \text{ саж.}$$

лѣе (*). Число собранныхъ сзади идущимъ колышковъ показываетъ, сколько на измѣряемой линіи легло цѣпей. Когда же онъ соберетъ всѣ 10 колышковъ, тогда для дальнѣйшаго измѣренія передаетъ ихъ счетомъ впереди идущему товарищу.

§ 28. Дабы сзади идущій за цѣпью имѣлъ возможность съ точностью направлять передняго вдоль измѣряемой линіи, необходимо, чтобы сія линія была предварительно вывѣшена (**). Сверхъ того для доставленія самому измѣренію точности, надобно соблюдать: во 1-хъ, чтобы при вытягиваніи цѣпи, колѣна ея не были запутаны и не было на ней узловъ, и во 2-хъ, чтобы цѣпь была тщательно вывѣрена.

Для повѣрки цѣпи съёмщикъ долженъ имѣть два бруска, каждый длиною въ 1 сажень (т. е. въ 7 англ. футъ). Самая же повѣрка производится слѣдующимъ образомъ: цѣпь вытягивается на мѣстѣ совершенно ровномъ и гладкомъ; берется одна сажень и прикладывается къ цѣпи, концомъ своимъ къ центру крайняго кольца; придерживая ее, чтобы она не сдвинулась

(*) Иногда встрѣчается надобность измѣрять продолженіе линіи означенной вѣхами; такъ наприм. предположимъ, что А и В (чер. 8) суть двѣ вѣхи и требуется по направленію АВ измѣрить разстояніе отъ точки В до какой нибудь контуры; въ семъ случаѣ, сзади идущій за цѣпью вынувъ вѣху В, втыкаетъ на ея мѣсто свой колъ, и придерживая его за верхній конецъ, отступаетъ на пол-шага въ сторону; передній же вытянувъ цѣпь, выбираетъ такую точку С, чтобы изъ ней 1-й колъ казался покрывающимъ вѣху А. Послѣ того, воткнувъ колышекъ, и поставя вѣху В на прежнее ея мѣсто, продолжаютъ дѣйствіе далѣе въ томъ же порядкѣ.

(**) Исключая тѣхъ случаевъ, когда измѣреніе производится вдоль прямыхъ линій, означенныхъ на поверхности земли, какъ наприм. дороги, канавы, забора и т. д.

съ мѣста, прикладывается другая сажень до соприкосновенія съ нею; потомъ первая снимается и приставляется ко второй и т. д.

Цѣпь повѣряется такимъ образомъ до начала съёмки; когда же она вывѣрена, тогда вытягиваютъ ее вдоль какого либо забора, или стѣны какого нибудь строенія, и замѣчаютъ на немъ ея длину, для того, чтобы ежедневно узнавать не растянулись ли кольца и звѣнья, и если растянулись, то на сколько именно: ибо для точнаго измѣренія какой либо линіи, нѣтъ надобности, чтобы длина цѣпи равнялась съ строгостію 10 саж., но достаточно знать на сколько именно цѣпь длиннѣе или короче 10 саж. Если цѣпь длиннѣе 10 саж., то къ числу отложенныхъ цѣпей надобно придавать существующій избытокъ помноженный на число оныхъ, а если менѣе, то вычитать. Такъ наприм. если бы цѣпь была четырьмя дюймами длиннѣе 10 саж., и отложено было 24 цѣпи, то надлежало бы къ 240 саж. придать 4 дюйм. умноженные на 24, т. е. 96 дюйм.=1 саж. 1 фут. 5 дюйм.; посему длина измѣренной линіи будетъ 241 саж. 1 фут. 5 дюйм.

§ 29. Когда линія измѣряется на мѣстности неровной, тогда длина ея, получаемая чрезъ непосредственное измѣреніе, будетъ болѣе той, которую должно откладывать на планѣ; ибо при съёмкѣ требуется знать не длины линій находящихся на поверхности земли, но величины ихъ горизонтальныхъ проложеній (см. § 3); сіи же послѣднія будутъ всегда менѣе соотвѣтствующихъ линій на мѣстности (см. прим. на стр. 4).

Для опредѣленія горизонтальныхъ проложеній линій имѣются различные способы, а именно:

1-й способъ. Цѣпь вытягиваютъ не кладя на землю,

а горизонтально, поднимая для сего тотъ ея конецъ, который ниже; но дабы она, по собственной своей тяжести, не образовала кривую линію, подпираютъ ее по срединѣ, въ двухъ или трехъ мѣстахъ. Если крутизна покатости довольно значительна, то будетъ удобнѣе измѣрять укороченною цѣпью, складывая ее пополамъ.

2-й способъ. На покатостяхъ весьма крутыхъ, линіи измѣряются жезломъ, длиною въ одну или двѣ сажени. Пусть A и B (чер. 45) будутъ двѣ точки, горизонтальное разстояніе между коими требуется опредѣлить, т. е. линію CB. Дѣйствіе въ семъ случаѣ состоитъ въ томъ, что всякій разъ, когда жезлъ будетъ положенъ горизонтально (посредствомъ уровня, или простаго ватерпаса, объ устройствѣ коихъ будемъ говорить въ послѣдствіи), опускается съ поднятаго его конца нить съ отвѣсомъ, или приставляется къ этому концу вертикально колъ, чѣмъ опредѣлится на мѣстности та точка, отъ коей послѣдующій жезлъ долженъ быть отложенъ. Одинъ взглядъ на чер. 45 показываетъ въ семъ случаѣ весь ходъ дѣйствія, гдѣ *bc*, *de*, *fg*.... представляютъ отвѣсныя линіи проходящія чрезъ оконечности жезловъ *ab*, *cd*, *ef*.... имѣющихъ горизонтальное положеніе. Очевидно, что требуемая длина линіи AB, будетъ равна суммѣ линій *ab*, *cd*, *ef*....

3-й способъ. Когда покатость, по коей измѣряется линія, простирается на значительное разстояніе, тогда будетъ удобнѣе и точнѣе, вытягивать цѣпь по землѣ, какъ было объяснено въ § 27, а потомъ опредѣлять длину горизонтальнаго проложенія измѣренной линіи, по углу наклоненія покатости (см. § 30), съ помощію слѣдующей таблицы:

Углы наклоненій.	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
Погрѣшности для 10 саж.	0,04	0,15	0,34	0,60	0,94	1,34	1,81	2,34	2,93

Числа первой строки представляютъ углы наклоненій покатостей отъ 5° до 5°; а числа второй—доли саженей, представляющія на сколько именно каждая цѣпь, т. е. 10 саж., длиннѣе своего горизонтальнаго проложенія (*). Отсюда явствуетъ, что если измѣрена какая либо линія на покатости, уголъ наклоненія коей извѣстенъ, то для опредѣленія длины горизонтальнаго проложенія оной, *должно умножить то число* 2-й *строки, которое соотвѣтствуетъ числу градусовъ покатости,*

(*) Пусть AB будетъ измѣренная линія (чер. 16) на покатости, составляющей съ горизонтальною плоскостію AC уголъ θ; если вообразимъ опущенный на сію послѣднюю перпендикуляръ BC, то произойдетъ прямоугольный треугольникъ ABC, въ коемъ AC будетъ искомое проложеніе линіи AB. Длина сего катета будетъ $AC=AB\cos\theta$. Дабы найдти избытокъ гипотенузы AB надъ AC, вычтемъ обѣ части сего уравненія изъ AB, получимъ

$$AB-AC=AB(1-\cos\theta.);$$

но $1-\cos\theta$, какъ извѣстно изъ Тригонометріи, равно $2\sin^2\frac{1}{2}\theta$, посему

$$AB-AC=2\,AB\sin^2\tfrac{1}{2}\theta.$$

Принимая AB равно 10 саж. и подставляя вмѣсто θ послѣдовательно 5°, 10°, 15°.... получатъ въ результатѣ числа выше предложенной таблицы. Очевидно, что чѣмъ скатъ круче, тѣмъ значительнѣе произойдетъ ошибка, если измѣренную на немъ длину будемъ принимать за горизонтальное проложеніе, и напротивъ чѣмъ покатость отложе, тѣмъ погрѣшность будетъ менѣе. Дабы сія ошибка достигла 1 сажени въ линіи измѣренной на покатости въ 5°, надлежитъ, чтобы сія линія была длиною въ 250 саж. (ибо $25\times0,04=1$), на покатости въ 10° длиною въ 70 саж., а на покатости въ 15° длиною въ 30 саж.

на число цѣпей, т. е. число саженей уменьшенное въ 10 разъ. Произведеніе выразитъ на сколько именно измѣренная линія болѣе своего проложенія. Такъ наприм. если измѣрена линія въ 50 саж. на покатости, коей уголъ наклоненія равенъ 20°, то умноживъ 0,60 на 5, (т. е. на число цѣпей), получатъ 0,6×5=3 саж.; посему 50—3=47 саж. изобразитъ требуемую длину горизонтальнаго проложенія измѣренной линіи.

Вотъ еще примѣръ:

При измѣреніи цѣпью линіи *abcdef* (чер. 20) записаны были слѣдующія величины:

длины линій		углы наклоненія:
ab	= 180 саж.	. . . . 5°
bc	= 80	 10
cd	= 35	 25
de	= 30	 20
ef	= 164	 15
fk	= 90	 10
всего	. . . 879	

Вычисленіе располагаемъ какъ представлено на сторонѣ. Каждое изъ чиселъ перваго столбца, т. е. 180, 80,35.... уменьшаемъ въ 10 разъ и потомъ умноживъ на числа 2-й строки таблицы, соотвѣтственно записаннымъ градусамъ наклоненія покатостей, складываемъ произведенія. Сумма оныхъ, т. е. 13,94 или почти 14 саж., означаетъ на сколько вся измѣренная на мѣстности линія болѣе линіи *ak'* (чер. 20); посему длина сей послѣдней найдется, если изъ 879 вычтемъ 14; 879—14=865 саж.

18 × 0,04 = 0,72 саж.
8 × 0,15 = 1,20
3,5 × 0,94 = 3,29
3, × 0,60 = 1,80
16,4 × 0,34 = 5,58
9 × 0,15 = 1,35

сумма = 13,94 саж.

§ 30. Въ заключеніе присовокупимъ, что на мѣстности углы наклоненія линій, опредѣляются особаго рода инструментами, извѣстными подъ названіемъ *высотомѣровъ*. Простѣйшій изъ такихъ инструментовъ дѣлается въ видѣ полукруга или даже четверти круга *abo* (чер. 15), раздѣленнаго на градусы, и имѣющаго въ центрѣ *b* прикрѣпленную нить съ отвѣсомъ. Употребленіе этого инструмента весьма просто: положимъ, что AB (чер. 16) есть измѣренная линія, а AC горизонтальная. Для опредѣленія угла A, съёмщикъ становится на точку B, и направляетъ бокъ *ab*, описаннаго нами инструмента, на глаза человѣка, стоящаго въ A: число градусовъ, заключающихся въ дугѣ *no*, т. е. на сколько нить отойдетъ отъ *o*, изобразитъ требуемое. И въ самомъ дѣлѣ, уголъ $obn=90^0-abn$, но по параллельности линіи *ab* съ линіею AB, уголъ *abn* будетъ равенъ углу ABC, который служитъ дополнительнымъ до 90^0 углу BAC, ибо треугольникъ ABC прямоуголенъ въ C (*).

C. О проведеніи на мѣстности перпендикулярныхъ и параллельныхъ линій.

§ 31. *Требуется на мѣстности возставить перпендикуляръ къ линіи* AE *изъ данной точки* A (чер. 23).

1) Простѣйшій и наиболѣе употребительный способъ основанъ на пиѳагоровой теоремѣ, а именно: воткнувъ два кола A и B, одинъ въ данной точкѣ, а другой по направленію данной линіи AE, въ 3-хъ саж. отъ оной,

(*) Достаточно каждому съёмщику попрактиковаться съ описаннымъ нами инструментомъ (дѣлаемымъ обыкновенно изъ дерева или картонной бумаги), нѣсколько дней, чтобы пріобрѣсть навыкъ безошибочно оцѣнивать на глазъ углы наклоненія покатостей.

надѣваютъ крайнее кольцо цѣпи на одинъ изъ сихъ кольевъ, а подлѣ другаго кола придерживаютъ то кольцо цѣпи, которое означаетъ конецъ 9-й сажени. Послѣ того, посредствомъ 3-го кола C, натягиваютъ цѣпь, такъ, чтобы образовался треугольникъ ABC, коего бы бокъ AC былъ=4 саж., а бокъ CB=5 саж. Уголъ A очевидно будетъ прямой, ибо $CB^2=AB^2+AC^2$.

2) Отъ точки A (чер. 24), по данной линіи отмѣриваются части AB, AD, между собою равныя, длиною отъ 2 до 4 саж.; послѣ того, воткнувъ одинъ изъ цѣпныхъ кольевъ въ точку D, а другой въ точку B, цѣпь посредствомъ 3-го кола C натягивается такъ, чтобы перегибъ оной находился на половинѣ ея длины. Очевидно, что линія AC будетъ перпендикулярна къ AE. Если сей перпендикуляръ AC требуется провѣшить на значительное разстояніе, то полезно посредствомъ подобнаго пріема означить на землѣ точку F, и потомъ въ C и F воткнувъ отвѣсно по вѣхѣ, поступить какъ было объяснено въ § 17.

3) Одинъ изъ цѣпныхъ кольевъ втыкается въ данную точку A (чер. 25), а другой на линіи AE въ произвольную точку B, отстоящую отъ первой на разстояніи отъ 4 до 6 саж., и натягиваютъ цѣпь посредствомъ 3-го кола D, такъ, чтобы образовался равнобедренный треугольникъ ADB; послѣ того, не вынимая кола B, вытягиваютъ цѣпь, по продолженіи линіи DB. Конецъ цѣпи означитъ на землѣ положеніе точки C, которая будетъ находиться на линіи AC перпендикулярной къ AE, ибо, поелику по построенію AD=DB=DC, то точки C, A и B будутъ находиться на окружности круга описаннаго изъ D, радіусомъ AD, а линія CB будетъ діаметромъ онаго.

§ 32. Чтобы провести на мѣстности къ данной линіи AB (чер. 26) параллельную, которая бы отстояла въ данномъ отъ ней разстояніи, достаточно изъ какихъ либо двухъ точекъ A и B сей линіи возставить перпендикуляры и отмѣрить на нихъ длины AC и BD равныя данному разстоянію. Останется потомъ направленіе линіи, опредѣленной точками C и D, провѣшить.

Но если условіе вопроса требуетъ, чтобы искомая линія проходила чрезъ данную точку C, то изъ многихъ имѣющихся на то способовъ, слѣдующій удобнѣе прочихъ: провѣшивается произвольная линія CD (чер. 27) до точки D, находящейся на линіи AB, и измѣряется ея длина. Потомъ отъ точки E, лежащей на срединѣ линіи CD, измѣривъ разстояніе до какой либо точки A данной линіи, продолжается линія AE въ противную сторону и отмѣривается часть EF=AE. Линія CF очевидно будетъ требуемая.

Очевидно, что можно точку E взять и не на срединѣ линіи CD, но тогда измѣривъ линіи CE, ED и AE, должно для EF отмѣрить длину равную $\frac{AE \times CE}{ED}$, что явствуетъ изъ подобства треугольниковъ AED и CEF, дающихъ пропорцію

DE: CE=AE: EF.

§ 33. Впрочемъ проведеніе на мѣстности перпендикулярныхъ и параллельныхъ линій къ даннымъ съ большею удобностію совершается посредствомъ особаго орудія, называемаго *эккеромъ*.

Эккеры дѣлаются различнаго устройства: простѣйшій изъ нихъ состоитъ изъ двухъ брусковъ *ab*, *cd* (чер. 28) длиною отъ $\frac{1}{2}$ до 1 фута, крестообразно скрѣпленныхъ, и имѣющихъ на окопечностяхъ своихъ *a*, *b*, *c*, *d*, шпень-

ки, толщиною въ булавку, или еще лучше, діоптры (*); шпеньки сіи (или діоптры), располагаются такъ, чтобы линія, соединяющая одну пару оныхъ, была перпендикулярна къ линіи проходящей чрезъ другую пару. Въ срединѣ креста дѣлается отверстіе, которымъ онъ надѣвается на стержень кола, внизу завостреннаго и окованнаго желѣзомъ.

§ 34. Чтобы возставить эккеромъ перпендикуляръ изъ точки M (чер. 36) къ данной линіи MB, втыкаютъ отвѣсно колъ эккера въ сію точку, и поворачивая крестъ горизонтально, наводятъ одну пару шпеньковъ *a* и *b* (или діоптровъ) по данной линіи MB. Послѣ того по направленію луча зрѣнія, проходящаго чрезъ другіе два шпенька *c* и *d*, приказываютъ поставить вѣху C. Очевидно, что линія MC будетъ перпендикулярна къ MB (**).

§ 35. Когда же требуется на линію MB (чер. 36) опустить перпендикуляръ изъ данной точки C, находящейся внѣ оной, то идутъ вдоль сей линіи и когда поравняются (наприм. въ M′ или M″) съ точкою C, приближенно подъ прямымъ угломъ, останавливаются, втыкаютъ колъ эккера и наведя одну пару шпеньковъ по

(*) *Діоптрами* называются двѣ продолговатыя мѣдныя пластинки, утверждаемыя на концахъ брусковъ эккера, въ положеніи перпендикулярномъ, и имѣющія по узкому прорѣзу и четырехугольному отверстію, въ коемъ натягивается конскій волосъ, какъ представлено на чер. 29; въ одномъ діоптрѣ дѣлается узкій прорѣзъ надъ отверстіемъ съ волосомъ, а въ противуположномъ ему обратно. Вмѣсто узкаго прорѣза, часто дѣлаютъ рядъ скважинъ.

(**) При семъ должно замѣтить, что когда всѣ шпеньки расположены въ равномъ разстояніи отъ точки *k* (чер. 28), пересѣченія *ab* съ *cd*, то кромѣ прямаго угла, получится возможность опредѣлять направленія подъ углами въ 45°, ибо для того нужно сперва визировать черезъ два противуположные шпенька *a* и *b*, а потомъ чрезъ *a* и *d*, или *a* и *c*.

линіи MB, а чрезъ другую пару смотрятъ, находится ли точка C по направленію оныхъ, или нѣтъ. По большей части встрѣтится надобность переставлять эккеръ нѣсколько разъ съ одного мѣста на другое, пока не выберется точка M, служащая подошвою требуемаго перпендикуляра.

§ 36. Описанный нами эккеръ въ § 33, не смотря на простоту своего устройства, не совсѣмъ удобенъ въ практикѣ, ибо при переноскѣ, отъ малѣйшей неосторожности прислуги, шпеньки или діоптры могутъ легко искривиться. Наиболѣе же удобный для практическаго употребленія признается дѣлаемый изъ мѣдной латуни, въ видѣ цилиндра (чер. 34), съ двумя продольными прорѣзами ACDG, TEFO, пересѣкающимися подъ прямымъ угломъ. Къ нижнему дну припаивается трубка B, которою онъ надѣвается на палку съ желѣзнымъ внизу наконечникомъ (чер. 35). Для доставленія же возможности съ большею точностію направлять лучи зрѣнія на точки мѣстности, иногда дѣлаютъ прорѣзы въ видѣ діоптровъ, какъ представлено на чер. 34.

Иногда же дѣлаютъ подобные эккеры восьмигранными съ четырьмя прорѣзами, пересѣкающимися взаимно подъ углами въ 45°. Очевидно, что таковыми инструментами, можно проводить на мѣстности, кромѣ перпендикуляровъ, линіи подъ углами въ 45°.

§ 37. Повѣрка эккера, какого бы то нибыло устройства, производится слѣдующимъ образомъ: пара діоптровъ *a*, *b*, (чер. 36) наводится на какую-нибудь отдаленную точку B, а по направленію другой пары *c*, *d*, ставятъ въ шагахъ во ста или болѣе, вѣху C. Послѣ того, поворотивъ эккеръ на $\frac{1}{4}$ оборота, т. е. такъ, чтобы линія *cd* приняла положеніе линіи *ab*, смотрятъ, нахо-

дится ли вѣха C, по направленію луча зрѣнія, опредѣляемаго тою парою діоптровъ, которые прежде были наведены на B. Если это выполняется, то эккеръ вѣренъ, ибо уголъ aMd будетъ$=dMb$. Если же предположимъ, что при первомъ положеніи эккера, поставлена была вѣха C′ (чер. 37) по направленію линіи cd, а по сдѣланіи четверти оборота, первая пара діоптровъ, которая была наведена на B, приняла положеніе $a'b'$, то эккеръ будетъ невѣренъ, и тогда, чтобы возставить на мѣстности перпендикуляръ къ AB, достаточно будетъ, по направленію линіи $a'b'$, поставить вѣху C″, въ такомъ же разстояніи отъ точки A, въ какомъ была поставлена вѣха C′, а потомъ воткнуть 3-ю вѣху C на срединѣ между ними. Прямая AC будетъ перпендикулярна къ AB, ибо поелику треуг. AC′C″ по условію равнобедренный и прямая AC дѣлитъ основаніе его C′C″ пополамъ, то углы CAC′ и CAC″ будутъ между собою равны; но уголъ DAC′ также равенъ углу BAC″, слѣдовательно уголъ BAC$=$ CAD, т. е. прямому.

Такимъ же образомъ, въ случаѣ невѣрности эккера, можно съ совершенною точностію опустить изъ данной точки C (чер. 38) на линію AB перпендикуляръ: найдя на линіи AB, руководствуясь изложеннымъ въ § 35, сперва такую точку M, въ коей бы поставя эккеръ и направивъ пару діоптровъ по данной линіи AB, точка C казалась находящеюся по направленію другой пары. Послѣ того, поворотивъ эккеръ на четверть оборота, отыщутъ другую точку M′, въ которой бы удовлетворялось тоже самое. Точка A находящаяся на срединѣ линіи MM′ будетъ служить подошвою перпендикуляра опущеннаго изъ C на AB, что явствуетъ изъ того, что треугольникъ CMM′, по равенству угловъ M и M′, равнобед-

ренный и прямая CA, дѣля его основаніе пополамъ, перпендикулярна къ оному.

§ 38. Для проведенія эккеромъ чрезъ данную точку C (чер. 26), параллельной линіи къ данной AB, отыскивается посредствомъ онаго на сей послѣдней точка A, служащая подошвою перпендикуляра, опущеннаго на сію прямую изъ точки C, руководствуясь изложеннымъ въ § 35. Потомъ перейдя на точку C, возставляется перпендикуляръ CD къ AC (см. § 34). Очевидно, что CD будетъ параллельна къ AB.

Дѣйствіе получитъ бо́льшую точность, если по опредѣленіи положенія подошвы A перпендикуляра AC, измѣримъ его цѣпью, а потомъ изъ какой-нибудь произвольной точки B возставимъ эккеромъ къ AB перпендикуляръ BD и сдѣлаемъ его равнымъ линіи AC. Прямая CD будетъ требуемая.

Если бы по какимъ-либо мѣстнымъ причинамъ оказалось невозможнымъ опредѣлить положеніе подошвы A перпендикуляра, опущеннаго изъ C на AB (какъ наприм. если около точки A находится лѣсъ, рѣка и т. п.), тогда возставили бы изъ произвольной точки B данной линіи, перпендикуляръ BD къ оной, и на немъ опредѣлили точку D, служащую подошвою перпендикуляра опущеннаго изъ C на BD. Линія CD будетъ требуемая.

D. Объ опредѣленіи разстояній между неприступными точками.

§ 39. Весьма часто встрѣчается надобность опредѣлять разстояніе отъ одной точки до другой, когда находящееся между ними препятствіе, какъ наприм. рѣка,

болото, озеро и т. п. не дозволяетъ измѣрить оное цѣпью. Въ подобныхъ случаяхъ (по неимѣнію угломѣрныхъ инструментовъ), прибѣгаютъ къ слѣдующимъ способамъ:

Если препятствіе между точками, наприм. A и B (чер. 26), *не велико* и можно его обойдти, то для опредѣленія длины линіи AB, всего проще возставить эккеромъ, или просто цѣпью (§ 31) перпендикуляръ AC къ AB, потомъ изъ произвольной точки C, перпендикуляръ CD къ AC, и наконецъ DB къ CD. По измѣреніи линіи CD, длина ея изобразитъ требуемое разстояніе AB. Для большей точности, полезно сверхъ того измѣрить AC и BD, ибо если онѣ окажутся равными между собою, то это удостовѣритъ, что перпендикуляры вѣрно были возставлены, и слѣд. AB=CD.

Или: выберутъ такую точку C (чер. 30), отъ коей бы можно было измѣрить разстоянія до точекъ A и B; линіи AC и BC продолжатъ и отложатъ на нихъ части CD=AC, и CE=BC: наконецъ измѣрятъ линію DE, длина коей выразитъ искомое разстояніе AB, что явствуетъ изъ равенства треугольниковъ CAB и CDE.

§ 40. Но если препятствіе, находящееся между точками A и B, значительно велико, или вообще мѣстность не дозволяетъ выполнить изложеннаго въ предшествующемъ §, тогда должно прибѣгнуть къ одному изъ слѣдующихъ способовъ:

1) Къ данной линіи AB (чер. 31) возставляется перпендикуляръ BD изъ точки B, а потомъ перпендикуляръ CE изъ произвольной точки C, взятой на продолженіи линіи AB. На сихъ перпендикулярахъ берутся точки D и E, такъ, чтобы онѣ съ точкою A, находились по направленію прямой линіи, и измѣряются цѣпью

длины BD, BC и CE; послѣ чего искомое разстояніе AB будетъ $= \frac{BC \times BD}{CE - BE}$ (*).

2) Изъ точки B (чер. 32) къ данной линіи AB возставляется перпендикуляръ BD, и отмѣриваются на немъ произвольныя части BC и CD между собою равныя. Послѣ того изъ точки D возставляется къ линіи BD перпендикуляръ DE и означается на немъ точка E, находящаяся на продолженіи прямой AC. Останется измѣрить длину DE, ибо она будетъ=AB, что явствуетъ изъ равенства треугольниковъ ABC и CDE.

Если же мѣстность не дозволяетъ выбрать точку C на срединѣ BD, тогда ее берутъ на линіи BD по произволенію, и по измѣреніи линій BC, CD и DE искомая длина AB, получится чрезъ вычисленіе изъ подобства треуг-въ ABC и CDE, дающихъ пропорцію

$$AB : BC = DE : CD, \text{ откуда } AB = \frac{BC \cdot DE}{CD}$$

3) Возставляется изъ точки B (чер. 33) перпендикуляръ BD; берется на немъ произвольная точка D и возставляется изъ ней перпендикуляръ DC къ AD. Точка C, пересѣченія линіи DC съ продолженіемъ линіи AB, означается коломъ. Послѣ того, измѣривъ BC и BD, искомая AB будетъ $= \frac{(BD)^2}{BC}$ (**).

(*) Для доказательства проведемъ прямую DF параллельную къ AC; линія CF будетъ=BD, а BC=DF; но изъ подобныхъ треуг-въ ABD и DFE имѣемъ

$$AB : BD = DF : FE$$
$$\text{или } AB : BD = BC : CE - BD,$$
$$\text{откуда } AB = \frac{BD \cdot BC}{CE - BD}, \text{ что и т. д.}$$

(**) Это основывается на геометрической теоремѣ, что въ прямоуг. треуг-кѣ, перпендикуляръ опущенный на гипотенузу изъ вершины

Если же мѣстность дозволяетъ измѣрить не линію BD, но длину линіи CD, тогда получится $AC=\frac{(CD)^2}{BC}$ (*) послѣ чего AB будетъ=AC—BC.

4) Провѣшивается произвольная прямая BE (чер. 39) и отмѣриваются части BF и FE между собою равныя, BF=FE. Изъ точки E провѣшивается линія CE, такъ, чтобы она пересѣкала продолженіе AB подъ произвольнымъ угломъ. Точки D и C пересѣченія линіи CE съ AF и AB означаются кольями и измѣряются длины BC, CD и DE. Послѣ того искомое разстояніе AB будетъ= $\frac{BC\,.\,DE}{CD-DE}$ (**).

E. Опредѣленіе угловъ посредствомъ эккера, цѣпи и кольевъ.

§ 41. Если кромѣ эккера не имѣется никакихъ угломѣрныхъ снарядовъ и требуется начертить на линіи *ab* (чер. 40) при точкѣ *a*, уголъ, равный углу CAB, обра-

---

прямаго угла, есть средняя пропорціональная между отрѣзками гипотенузы.

(*) Ибо катетъ есть средняя пропорціональная между всею гипотенузою и прилежащимъ къ ней отрѣзкомъ.

(**) Для доказательства проведемъ BH параллельно къ CD; линія BH=DE, что явствуетъ изъ равенства треуг-въ BHF и FDE, имѣющихъ BF=FE (по построенію) и прилежащіе углы соотвѣтственно равные. Подобные треуг-ки ACD и ABH, даютъ

CD : BH или CD : DE=AC : AB.

изъ сей пропорціи составляемъ другую:

CD—DE : AC—AB=DE : AB,

или CD—DE : CB=DE : AB,

откуда $AB=\frac{CB\,.\,DE}{CD-DE}$, что и т. д.

зуемому линіями на мѣстности, то втыкаютъ колъ на одной изъ сторонъ даннаго угла, наприм. въ точкѣ N, а на другой, посредствомъ эккера, отыскиваютъ положеніе точки M, служащей подошвою перпендикуляра NM опущеннаго изъ N; потомъ измѣряютъ длины линій AM и MN, или AM и AN. Этихъ данныхъ достаточно для рѣшенія вопроса, ибо въ 1-мъ случаѣ (т. е. если измѣрены AM и MN), отложатъ по масштабу часть *am* равную AM и возставивъ перпендикуляръ изъ точки M, возьмутъ на немъ *mn*=MN; а во 2-мъ (т. е. когда измѣрены AM и AN), по отложеніи *am* и по возставленіи изъ точки *m* перпендикуляра, опишутъ дугу изъ *a* радіусомъ *an* соотвѣтственно равнымъ гипотенузѣ AN. Останется чрезъ точки *a* и *n* провести прямую *ca* (*).

§ 42. Если мѣстность не дозволяетъ воткнуть колья на линіяхъ CA и AB (черт. 40) [какъ наприм. это могло бы случиться, если точка A находилась на берегу рѣки, озера, болота и т. п., а другія двѣ точки C и B, лежали на берегу противуположномъ]; тогда воткнули бы сперва

(*) При семъ должно замѣтить, что поелику точки M и N обыкновенно берутся не въ дальнемъ разстояніи отъ точки A, какъ наприм. отъ 10 до 20 саж., то треугольникъ *amn* будетъ весьма малъ, а потому и самый уголъ начертится на бумагѣ весьма ошибочно, если измѣренныя длины станемъ откладывать въ томъ масштабѣ, въ коемъ производится съёмка. Въ слѣдствіе чего, для доставленія дѣйствію строжайшей точности, надобно принять за постоянное правило: упомянутыя линіи наносить на бумагу въ масштабѣ большемъ, какъ наприм. принимая дюймъ за 10 или за 15 саж., или что еще удобнѣе, найденныя чрезъ измѣреніе длины линій, увеличивать во столько разъ, чтобы отложивъ ихъ по масштабу съёмки, онѣ были не менѣе 2 дюймовъ. Такъ наприм., если AM=12 саж., а MN=13 саж. 2 фут., то умноживъ сіи величины на 30, получимъ 360 саж. и 398 саж. 4 фут.; посему принимая дюймъ за 100 саж., сдѣлаютъ *am* = 3, 6 дюйм. и *mn* = 3,98 дюйм.

колъ въ точкѣ N′ по продолженію линіи CA, а потомъ, посредствомъ эккера опредѣлили на продолженіи другой линіи AB точку M′, т. е. подошву перпендикуляра N′M′ опущеннаго на M′A.

§ 43. Когда опредѣляемый уголъ CAB (черт. 42) тупой, тогда первый колъ должно воткнуть, какъ въ 1-мъ случаѣ, на одной изъ данныхъ линій въ точкѣ N, а другой въ точкѣ M по продолженію линіи AB. Но еслибы мѣстность не дозволила продолжить ни одной изъ сторонъ даннаго угла, тогда воткнули бы колъ въ точкѣ N на линіи AC, и поставивъ эккеръ въ вершинѣ A даннаго угла, возставили бы опымъ перпендикуляръ AD къ AB; послѣ того отыскавъ на семъ послѣднемъ положеніе точки M′, т. е. подошву перпендикуляра опущеннаго изъ N на AD, измѣрили бы, какъ въ 1-мъ случаѣ, линіи AM′ и NM′, или AM′ и AN. Самое построеніе угла въ семъ случаѣ на бумагѣ не требуетъ поясненія.

§ 44. За неимѣніемъ эккера, можно опредѣлять величину угловъ съ помощію одной только цѣпи и кольевъ двоякимъ образомъ:

1) На сторонахъ CA и AB даннаго угла (чер. 40), въ произвольныхъ точкахъ N и F втыкаютъ колья, и по измѣреніи всѣхъ трехъ сторонъ треуг-ка AFN, чертятъ на бумагѣ, на данной прямой *ab*, треуг-къ *afn* ему подобный, слѣдующимъ образомъ: отложивъ по масштабу (*) на линіи *ab* часть *af*=AF, описываютъ дуги, сперва изъ точки *a* радіусомъ *an*=AN, а потомъ изъ точки *f* радіусомъ *fn*=FN. Точка *n* пересѣченія сихъ дугъ, означитъ ту, чрезъ которую надобно провести линію *ca*.

(*) При нанесеніи по масштабу линій, поступаютъ руководствуясь изложеннымъ въ примѣч. на стр. 41.

2) Отъ точки A по линіямъ AC и AB (чер. 41) отмѣриваютъ части AN и AM, каждую длиною въ 10 саж. (т. е. равную длинѣ цѣпи); потомъ воткнувъ тонкіе колья въ точкахъ N и M, измѣряютъ разстояніе NM *саженью раздѣленною на 100 частей* (*), если оно менѣе 10 саж.; если же болѣе, то откладываютъ сперва по линіи MN цѣпь, а потомъ остальную часть упомянутою саженью. Для построенія угла въ семъ случаѣ всего удобнѣе поступать, какъ было объяснено въ § 14, именно: описавъ дугу изъ *a* радіусомъ *am* равнымъ 10 полудюймамъ, надобно отложить на ней по поперечному масштабу (чер. 5), построенному на полудюймѣ, отъ точки *m*, растворенiемъ циркуля *mn*, равнымъ линіи MN, и послѣ того провести прямую *an*.

При семъ должно замѣтить, что поелику сотыя части сажени служатъ тысячными долями 10 саж., т. е. линій AM и AN, то очевидно, что измѣренная линія MN упомянутою саженью, можетъ быть разсматриваема, какъ хорда круга, описаннаго радіусомъ AM и выраженная въ тысячныхъ доляхъ сего послѣдняго. Въ слѣдствіе чего, посредствомъ таблицы хордъ (см. § 13), можно опредѣлить число градусовъ угла A, а потомъ начертить сей уголъ на бумагѣ посредствомъ транспортира.

Такъ наприм. еслибы линія MN была=9,54 саж., или что все равно, 954 сотымъ долямъ сажени, то число градусовъ угла A будетъ=57°0′, ибо изъ таблицы

(*) Такъ какъ длину линіи MN въ семъ случаѣ надобно измѣрить съ особеннымъ тщаніемъ, то полезно воткнутые колья соединить одинъ съ другимъ веревкою или бичевкою, и потомъ уже измѣрять саженью длину ея, чрезъ что получится возможность при измѣреніи, откладывать сажень съ совершенною точностію по направленію прямой линіи.

хордъ видимъ (см. табл. IV въ концѣ сей книги), что для 57°0′ хорда=954.

Также если бы линія MN была =14,3 саж. или= 1430 сотыхъ сажени, то уголъ A будетъ=91°15′ (*).

§ 45. Само собою разумѣется, что если бы между сторонами даннаго угла A, находилось какое либо препятствіе, не дозволяющее измѣрить разстояніе MN, то поступили бы какъ было изложено въ § 42, именно: на продолженіи сторонъ онаго взяли бы точки въ разстояніи 10 саж. отъ вершины угла и измѣрили линію, ихъ соединяющую. Если же опредѣляемый уголъ тупой, то одну изъ точекъ взяли бы на самой сторонѣ, а другую на продолженіи другой стороны угла.

§ 46. При межеваніи и во многихъ другихъ случаяхъ, весьма часто встрѣчается надобность въ рѣшеніи обратнаго вопроса, а именно: начерченныя на планѣ линіи продолжить на мѣстности, или что тоже, *провѣшить линіи подъ данными углами*. Выполнить это не трудно посредствомъ угломѣрныхъ инструментовъ, какъ то мы увидимъ въ послѣдствіи; но когда имѣются только орудія для измѣренія линій, тогда таблица хордъ доставитъ

(*)За неимѣніемъ сажени раздѣленной на 100 частей, можно измѣрять разстояніе между кольями M и N (чер. 41), поставленными на сторонахъ опредѣляемаго угла въ 10 саж. отъ вершины онаго, *простою саженью* раздѣленною на футы и дюймы, или на аршины и вершки; но въ семъ случаѣ надобно найденное число футовъ и дюймовъ, или аршинъ и вершковъ, обратить въ сотыя доли сажени. Такъ наприм. если линія MN равна 11 саж. 2 ф. 5 д., то сперва обращаемъ 2 ф. 5 д. въ доли сажени, и получаемъ $\frac{29}{84}$; обративъ же сію дробь въ десятичную, будетъ 0,345; отбрасывая послѣднюю цифру, вся линія MN выразится чрезъ 11,34 саж. или 1134 сотыхъ частей сажени. Таблица хордъ показываетъ, что искомый уголъ = 69° 0′.

возможность рѣшить нашъ вопросъ съ удовлетворительною точностію.

Замѣтимъ предварительно, что во всякомъ прямоуг. треуг-кѣ AMN (чер. 43) одинъ изъ его катетовъ MN можетъ быть разсматриваемъ, какъ половина хорды круга, описаннаго изъ вершины A, радіусомъ равнымъ гипотенузѣ AN, стягивающей уголъ вдвое бо́льшій угла NAM. Слѣд. еслибы потребовалось опредѣлить въ прямоуг. треуг-кѣ, имѣющемъ гипотенузу=1000, длину катета противулежащаго углу, коего число градусовъ дано, то достаточно пріискать въ таблицѣ хордъ, величину хорды стягивающей вдвое большій уголъ, а потомъ раздѣлить ее пополамъ; такъ наприм. если уг.=37°, то пріискиваемъ хорду для 74°, которая=1203, чего половина=602; такова величина противулежащаго катета. Умѣя же находить численную величину катета прямоуг-го треуг-ка по данной гипотенузѣ и противулежащему углу, легко будетъ построить сей треугольникъ.

Это приводитъ насъ къ рѣшенію вышепредложеннаго вопроса: *требуется на мѣстности, чрезъ точку* A (чер. 43) *взятую на данной линіи* AB *провѣшить линію* AC *подъ угломъ, коего число градусовъ извѣстно.*

Здѣсь могутъ встрѣтиться три случая (предполагая, что таблица хордъ представляетъ длины хордъ отъ 0 до 90°).

1-й случай. *Когда данное число градусовъ менѣе* 45°.

Возставляемъ эккеромъ, или просто цѣпью, изъ точки A (чер. 44) къ AB перпендикуляръ AD, и отмѣриваемъ на немъ саженью (раздѣленною на 100 долей), часть AM′ =половинѣ хорды (*), стягивающей уголъ вдвое бо-

(*) Какъ въ семъ, такъ и во всѣхъ послѣдующихъ случаяхъ, дол-

лѣе даннаго. Послѣ того перейдя на точку M′, возставляемъ къ AD перпендикуляръ M′N. Одинъ изъ цѣпныхъ кольевъ втыкаемъ въ точкѣ A, а самую цѣпь AN вытягиваемъ такимъ образомъ, чтобы другой цѣпной колъ находился на перпендикулярѣ M′N. Останется послѣ того, по направленію цѣпныхъ кольевъ A и N, провѣшить линію AC, которая составитъ съ AB уголъ CAB равный требуемому, ибо сей уголъ, по причинѣ параллельности линій M′N и AB, равенъ углу M′NA; уголъ же M′NA заключаетъ по построенію данное число градусовъ.

Наприм. пусть данное число градусовъ будетъ 33° 15′. Хорда для удвоеннаго числа градусовъ, т. е. 66° 30′, какъ видимъ изъ таблицы, есть 1097; посему на перпендикулярѣ AD отъ точки A должно отложить для AM′ половину сего числа, т. е. 548 сотыхъ сажени, или 5,48 саж.

2-й случай. *Когда данное число градусовъ болье* 45° и *менье* 90°.

Отмѣривается саженью на линіи AB (чер. 43), отъ точки A, часть AM, равная половинѣ хорды стягивающей удвоенное число градусовъ, служащее *дополненіемъ даннаго до* 90°, и возставляется изъ точки M перпендикуляръ MN къ AB. Послѣ того, какъ въ 1-мъ случаѣ, вытягиваемъ цѣпь такъ, чтобы одинъ изъ цѣпныхъ кольевъ находился въ точкѣ A, а другой въ точкѣ N на перпендикулярѣ MN; останется провѣшить чрезъ точки A и N линію AC, которая будетъ удовлетворять вопросу, ибо въ прямоугольномъ треуг-кѣ AMN,

---

жно подразумѣвать, что всѣ числа таблицы хордъ уменьшены въ 100 разъ, или что все равно, при измѣреніи саженью, принимали за единицу мѣры не 1 саж., но сотую долю оной.

уг. A=90°—N; но уг. N по построенію сдѣланъ равнымъ дополненію до 90° даннаго числа градусовъ.

Наприм. если данное число градусовъ=63°30′, то вычтя оное изъ 90°; 90°—63°30′ = 26°30′, возьмемъ хорду для удвоенной сей разности, т. е. для 53°. Эта хорда, какъ видимъ изъ таблицы = 892. Слѣд. отъ точки A должно отложить для AM половину сего числа, т. е. 446 сотыхъ сажени, или 4, 46 сажени.

3-й случай. *Когда требуемый уголъ болье* 90° и *менье* 135°, тогда должно взять изъ таблицы хорду, стягивающую удвоенный избытокъ даннаго числа градусовъ надъ 90°, и половину сей хорды отложить по продолженію линіи AB отъ точки A къ M (чер. 42). Послѣ того изъ точки M возставя перпендикуляръ MN къ MA, вытянуть цѣпь какъ прежде, т. е. чтобы произошелъ прямоуг. треуг. AMN, въ коемъ гипотенуза AN была бы=10 саж. Уголъ CAB будетъ требуемый.

Наприм. если требуется на линіи AB построить уголъ въ 117°15′, то вычтя 90° получимъ 27°15′; хорда для удвоенной сей разности, т. е. для 54°30′, будетъ 916; половина же сей хорды есть 458. И такъ, отъ точки A до M откладываемъ 4 саж. и $\frac{58}{100}$.

4-й случай. *Если наконецъ данное число градусовъ болье* 135° *и менье* 180°, то поступаемъ сходно какъ было объяснено въ 1-мъ случаѣ, именно: изъ точки A (чер. 42) возставляемъ сперва перпендикуляръ AD къ AB, и откладываемъ на немъ отъ точки A до M′ половину хорды стягивающей удвоенное число градусовъ, служащее дополненіемъ даннаго числа до 180°. Возставя изъ точки M′ перпендикуляръ M′N къ AD, вытягиваемъ цѣпь отъ точки A до сего перпендикуляра, какъ прежде. Пря-

мая AC, проходящая чрезъ цѣпные колья A и N, будетъ требуемая.

Наприм. для построенія на AB, угла въ 143°15′, вычитаемъ это число изъ 180°; 180°—143°15′ = 36°45′. Пріискиваемъ въ таблицѣ хорду для удвоенной сей разности, т. е. для 73° 30′; поелику сія хорда=1197, а половина оной=598, то отмѣриваемъ отъ A до M′, 5 саж. и $\frac{98}{100}$, или что все равно 6 саж. безъ 2 сотыхъ.

F. О производствѣ съёмки небольшихъ участковъ посредствомъ эккера и цѣпи.

§ 47. Такъ какъ *контуры* (очертанія) предметовъ мѣстности, по бо́льшей части бываютъ криволинейныя, то, прежде чѣмъ приступимъ къ изложенію хода производства съёмки эккеромъ или одною цѣпью, разсмотримъ сперва, какимъ образомъ изображаются на планѣ отдѣльныя кривыя линіи, подобныя находящимся на землѣ.

Для изображенія на планѣ какой бы то нибыло кривой линіи *abcde* . . . . (чер. 49), берется вдоль главнаго ея направленія и въ недальнемъ отъ ней разстояніи, прямая линія AB, и въ отношеніи къ оной опредѣляются всѣ ея изгибы, слѣдующимъ образомъ: изъ всѣхъ замѣчательныхъ точекъ данной кривой (т. е. между коими заключающіяся части контуры, безъ чувствительной погрѣшности, могутъ быть принимаемы за прямыя), опускаются перпендикуляры *aa′*, *bb′*, *cc′*, *dd′* . . . . и измѣряются какъ длины сихъ перпендикуляровъ, такъ и разстоянія ихъ подошвъ *a′*, *b′*, *c′*, *d′* . . . . отъ какой нибудь произвольно взятой, или предварительно уже данной, начальной точки A. Послѣ чего изображеніе на

планѣ сей кривой будетъ уже не затруднительно, ибо если положеніе измѣренной прямой, равно какъ и начальной точки А будетъ на немъ означено, то останется сперва отложить по масштабу части Aa', Ab', Ac', Ad'... (именуемыя *абсциссами*) (*), а потомъ возставя изъ точекъ a', b', c', d' . . . . перпендикуляры (называемые *ординатами*), сдѣлать ихъ соотвѣтственно равными измѣреннымъ въ полѣ; наконецъ соединить окопечности a, b, c, d . . . линіями.

Для удобнѣйшаго выполненія вышесказаннаго, линія АВ измѣряется цѣпью, и всякій разъ, какъ цѣпь отложена, смотрятъ, не имѣется ли на протяженіи длины оной, какого либо изгиба снимаемой контуры, и если имѣется, то опустивъ изъ точки изгиба перпендикуляръ, длину его измѣряютъ саженью, шагами или даже на глазъ (смотря по точности, требуемой отъ съёмки), и сверхъ того замѣчаютъ на какомъ именно звенѣ цѣпи онъ упадаетъ. Если же изгибы коптуры не рѣзки, тогда возставляется перпендикуляръ изъ передней око-

(*) Для отложенія на планѣ сихъ абсциссъ, полезно всякому съёмщику имѣть у себя мѣдную, а еще лучше, костяную линеечку, весьма тонкую, съ означенными на откошенномъ краю десятыми долями дюйма, изъ коихъ бы каждая была еще раздѣлена на нѣсколько частей. Прикладывая такую линеечку къ начерченной на планѣ линіи АВ (чер. 49), такъ, чтобы первое дѣленіе совпало съ начальною точкою А, получится возможность остро очиненнымъ карандашемъ прямо означить на немъ положеніе точекъ a', b', c' . . . . изъ коихъ должны быть возставлены перпендикуляры. Этимъ средствомъ выиграется не мало времени, и сверхъ того, самый планъ не потерпитъ того поврежденія, какое бы произошло, если бы всѣ абсциссы откладывали на немъ посредствомъ циркуля. За неимѣніемъ описанной нами линеечки, можно замѣнять ее узкою полосою плотной бумаги, перегнутой вдоль ея длины, съ означенными на краю оной дѣленіями, какъ сказано было выше.

нечности всякой отложенной цѣпи, и измѣряютъ, какъ прежде, его длину вплоть до контуры.—Для памяти съёмщикъ проводитъ на бумажкѣ прямую линію, и во время измѣренія отмѣчаетъ, сообразуясь съ масштабомъ, длину отложенной цѣпи; изъ приличныхъ мѣстъ возставляетъ на глазъ перпендикуляры, подписываетъ длину ихъ цифрами, а самые изгибы означаетъ также на глазъ. Имѣя такой брульонъ, для съёмщика легко уже будетъ отложить на планѣ, по масштабу измѣренныя линіи и начертить самую кривую, какъ сказано было выше.

§ 48. Для возставленія вышеупомянутыхъ перпендикуляровъ (ординатъ), эккеръ доставляетъ значительную пользу. Инструментъ сей, какъ мы видѣли (§ 33), столь малосложенъ и употребленіе его столь просто, что онъ никогда не можетъ затруднить съёмщика. Колъ эккера втыкается въ приличныхъ мѣстахъ на измѣряемой линіи, одна пара шпеньковъ (или прорѣзъ цилиндрическаго эккера, § 36) направляется вдоль оной и замѣчается какая либо точка мѣстности, лежащая по направленію другой пары шпеньковъ (или другаго прорѣза); послѣ чего съёмщикъ измѣряетъ саженью или шагами линію, по направленію на сію замѣченную точку, вплоть до контуры. Когда же съёмка производится безъ эккера, тогда перпендикуляры возставляются на глазъ, при чемъ очевидно могутъ произойдти погрѣшности, тѣмъ болѣе значительныя, чѣмъ далѣе отстоитъ снимаемая контура отъ измѣряемой линіи. Въ слѣдствіе этого, каждый съёмщикъ долженъ принять себѣ за правило, выбирать для измѣренія прямую AB (чер. 49), сколь возможно ближе отъ снимаемой контуры, и въ случаѣ существующаго изгиба, какъ *e*/*g*, значительно отдаляю-

щаго ее отъ прямой AB, поставить въ точкѣ E вѣху и измѣривъ цѣпью прямыя CE и ED опредѣлить контуру *efg* въ отношеніи къ симъ послѣднимъ.

§ 49. Положеніе домовъ, деревьевъ, словомъ всѣхъ мелочныхъ предметовъ мѣстности, находящихся въ недальнемъ разстояніи отъ измѣряемой линіи, опредѣляется точно такимъ же образомъ, какъ было сказано въ § 47 объ опредѣленіи точекъ *a*, *b*, *c*.... контуры.

§ 50. Займемся теперь изложеніемъ способовъ съёмки эккеромъ какой либо сомкнутой контуры, какъ наприм. пашни, луга, выгона, лѣса и т. п. Предположимъ сперва, что снимаемая контура имѣетъ видъ неправильнаго многоугольника ABCDEF (чер. 46), коего бока суть прямыя линіи. Дѣйствіе, въ семъ случаѣ, очевидно будетъ заключаться въ опредѣленіи на планѣ положенія точекъ A, B, C, D.... служащихъ вершинами угловъ. Вотъ имѣющіеся для того способы:

1-й способъ. Провѣшиваютъ внутри снимаемой контуры, произвольную линію AM, а въ точкахъ B,C,D.... ставятъ вѣхи. Линію AM измѣряютъ цѣпью и въ тоже время опредѣляютъ посредствомъ эккера (§ 35) положеніе точекъ F′,B′,C′.... служащихъ подошвами перпендикуляровъ на нее опущенныхъ изъ F,B,C.... Въ точкахъ F,B,C.... втыкаютъ колья, которые перемѣчаются зарубками, а найденныя разстоянія AF, AB, AC..... записываются на брульонѣ, означая на немъ точки F′, B′, C′..... цифрами, сходно съ числомъ сдѣланныхъ зарубковъ на кольяхъ. Послѣ того измѣряютъ цѣпью длину каждаго изъ перпендикуляровъ F′F, B′B, C′C...., и когда это будетъ исполнено, тогда нанесеніе на планъ данной контуры будетъ уже не затруднительно. И въ самомъ дѣлѣ, по проведеніи карандашемъ произвольной прямой

am, и по отложеніи частей *af'*, *ab'*, *ac'*..... соотвѣтственно находящимся въ полѣ AF', AB', AC'.... возставятъ изъ точекъ *f'*, *b'*, *c'*, *d'*,.... перпендикуляры и сдѣлаютъ ихъ по масштабу равными найденнымъ чрезъ измѣреніе; останется послѣ того соединить точки *a*, *b*, *c*, *d*..... прямыми. Фигура *abcde*..... будетъ требуемая.

Сей способъ съёмки, очевидно, одинаковъ съ изложеннымъ въ § 47, съ тою только разницею, что опущенные перпендикуляры здѣсь измѣряются цѣпью, по причинѣ ихъ длины, а тамъ саженью, шагами, или даже на глазъ. Онъ съ пользою употребляется для съёмки поля, луга и вообще такого участка, который не пересѣченъ никакими естественными препятствіями для непосредственнаго измѣренія линій.

2-й способъ. Чрезъ произвольную точку O (чер. 47), взятую внутри снимаемаго участка, провѣшиваютъ такія двѣ линіи YY' и XX' пересѣкающіяся подъ прямымъ угломъ, которыя бы можно было измѣрить цѣпью. Съёмщикъ, начиная отъ точки O, измѣряетъ сперва одну изъ нихъ, наприм. OY и въ тоже время опредѣляетъ эккеромъ (§ 35) положеніе подошвъ *m*, *p*, *n*.... перпендикуляровъ опущенныхъ на нее изъ точекъ C, D, E.... Найденныя разстоянія сихъ подошвъ отъ точки O, онъ записываетъ на черновомъ брульонѣ, означая на немъ въ правую ли, или въ лѣвую сторону отъ OY, лежатъ перпендикуляры. Послѣ того возвратясь въ точку O, измѣряетъ линію OX, потомъ OY', и наконецъ OX', поступая при измѣреніи каждой изъ сихъ линій, какъ было сказано выше. Такимъ образомъ получатся всѣ данныя, для опредѣленія требуемыхъ точекъ на планѣ, ибо достаточно будетъ начертить на немъ двѣ прямыя пересѣкающіяся подъ прямымъ

угломъ; отложить на каждой изъ нихъ по масштабу длины линій O*m*, O*p*, O*n*..., потомъ O*m'*, O*n'*.... и т. д. и возставить перпендикуляры, взаимныя пересѣченія коихъ опредѣлятъ на планѣ положеніе точекъ A, B, C, D.....

Сей способъ замѣчателенъ по своей простотѣ и малосложности дѣйствія. Онъ съ удобностію примѣняется къ опредѣленію какихъ бы то ни было неприступныхъ точекъ, лежащихъ въ углахъ YOX, XOY'..... Если бы оказалось невозможнымъ выбрать на мѣстности двѣ прямыя XX' и XY взаимно перпендикулярныя, то взяли бы двѣ, и даже большее число линій, какъ наприм. OY, OX, OZ..... (чер. 48) пересѣкающихся подъ произвольными углами, и опредѣлили бы величину сихъ угловъ на планѣ, руководствуясь изложеннымъ въ §§ 41—46. Измѣривъ каждую изъ сихъ линій, какъ сказано было выше, всѣ точки мѣстности опредѣлятся на планѣ взаимными пересѣченіями перпендикуляровъ, какъ показано на черт. 48, изъ коего можно понять весь ходъ дѣйствія.

3-й способъ состоитъ въ измѣреніи цѣпью линій AB, BC, CD, EF.... (чер. 46) снимаемой контуры и въ опредѣленіи угловъ A, B, C, D.... ими образуемыхъ, руководствуясь сказаннымъ въ §§ 41—46. Такимъ образомъ получатся всѣ данныя для начерченія на бумагѣ фигуры *abcd*.... подобной находящейся на мѣстности. И въ самомъ дѣлѣ, проведя на листѣ бумаги прямую линію, отложатъ на ней часть *ab* равную по масштабу длинѣ линіи AB; при точкѣ *b* построятъ уг. *abc*=уг. B; потомъ на сторонѣ сего угла отложатъ слѣдующую часть *bc* и т. д.

Сей способъ употребляется преимущественно для

съёмки лѣса, кустарника, озера, болота и вообще такого предмета мѣстности, внутри коего нельзя измѣрять линій.

§ 51. Все сказанное о производствѣ съёмки отдѣльныхъ предметовъ ограниченныхъ прямыми линіями, примѣняется къ съёмкѣ криволинейныхъ контуръ, ибо ходъ дѣйствія въ семъ случаѣ состоитъ въ томъ, что въ главныхъ входящихъ и исходящихъ углахъ снимаемой контуры выбираются точки A, B, C,.... (чер. 50), такъ, чтобы линіи соединяющія ихъ послѣдовательно одну съ другою, находились въ недальнемъ разстояніи отъ контуры, и чтобы длину сихъ линій можно было измѣрить цѣпью (*). Положеніе сихъ точекъ опредѣляется по одному изъ способовъ предшествующаго §, а самая контура руководствуясь изложеннымъ въ § 47 о съёмкѣ отдѣльныхъ кривыхъ линій.

§ 52. За неимѣніемъ эккера, можно снять планъ какой либо небольшой контуры, съ помощію одной цѣпи, поступая слѣдующимъ образомъ:

или во 1-хъ разложивъ всю снимаемую фигуру діагоналями на треугольники, измѣривъ цѣпью длину всѣхъ ихъ боковъ, а потомъ начертивъ на бумагѣ въ данномъ масштабѣ, рядъ треугольниковъ соотвѣтственно подобныхъ и одинаково расположенныхъ, какъ представлено на чер. 50.

или во 2-хъ измѣривъ длину линій снимаемой контуры и опредѣливъ величину угловъ ими составляемыхъ,

(*) Многоугольникъ образуемый таковыми линіями, можетъ быть вписаннымъ въ снимаемой контурѣ, или около оной описаннымъ, или наконецъ ее пересѣкающимъ. Такъ наприм. при съёмкѣ лѣса, озера, болота и т. п., многоугольникъ берется описаннымъ; при съёмкѣ же острова, поляны въ лѣсу и т. п. вписаннымъ.

руководствуясь изложеннымъ въ § 45 и 46. Поелику этотъ способъ ничѣмъ не разнствуетъ отъ 3-го способа § 50, то все сказанное въ семъ послѣдпемъ, касательно нанесенія на планъ измѣренныхъ линій, здѣсь имѣетъ мѣсто.

Само собою разумѣется, что еслибы снимаемая контура была не прямолинейная, но криволинейная, то поступили бы какъ сказано было въ § 51.

§ 53. Эккеръ, за неимѣніемъ другихъ угломѣрныхъ инструментовъ, съ пользою можетъ служить для производства съёмки цѣлой дачи, или значительной ея части. Ходъ дѣйствія, въ семъ случаѣ, заключается въ предварительномъ опредѣленіи главнѣйшихъ точекъ мѣстности (преимущественно лежащихъ на возвышенныхъ мѣстахъ), посредствомъ 1-го, а въ особенности посредствомъ 2-го способа, изложенныхъ въ § 50; а потомъ въ измѣреніи линій соединяющихъ сіи точки однѣ съ другими и въ опредѣленіи относительно сихъ линій всѣхъ контуръ, руководствуясь изложеннымъ въ § 47. Такимъ образомъ разставивъ вѣхи преимущественно на возвышенныхъ мѣстахъ и по мѣрѣ возможности на самыхъ контурахъ, или въ весьма близкомъ отъ нихъ разстояніи, выберутъ мѣста, по коимъ бы съ удобностію можно было провѣшить и измѣрить линіи цѣпью. Если мѣстность дозволяетъ выбрать сіи линіи взаимно пересѣкающимися подъ прямыми углами, то выиграется болѣе времени и дѣйствію доставится бо́льшая точность: въ противномъ же случаѣ встрѣтится надобность опредѣлить величину угловъ ими составляемыхъ, какъ было объяснено въ § 41, или въ § 44. Послѣ того измѣряя каждую изъ сихъ линій цѣпью, отыскиваютъ послѣдовательно посредствомъ эккера, подопивы перпендикуля-

ровъ опущенныхъ изъ всѣхъ упомянутыхъ точекъ. Тѣ изъ сихъ точекъ, которыя видимы съ двухъ измѣренныхъ линій, наприм. *a*, *b*, *d*.... (чер. 48) очевидно опредѣлятся на планѣ пересѣченіемъ двухъ перпендикуляровъ, подобно какъ сказано во 2-мъ способѣ (§ 50); тѣже точки, наприм. *f*, *g*, кои видимы съ одной изъ упомянутыхъ линій, опредѣлятся по 1-му способу, т. е. измѣреніемъ длины перпендикуляровъ. Въ томъ и другомъ случаѣ, съёмщикъ чертитъ на глазъ брульонъ, представляетъ на немъ взаимное положеніе измѣренныхъ линій, длину оныхъ записываетъ, а всѣ главныя точки означаетъ буквами. При измѣреніи же линій между сими точками, для опредѣленія изгибовъ контуръ, какъ объяснено было въ § 47, каждую изъ нихъ онъ изображаетъ на особой бумажкѣ, означая оконечности оныхъ тѣми же самыми буквами какъ на упомянутомъ брульонѣ, для того, чтобы въ послѣдствіи, по ошибкѣ не внести одну изъ контуръ, между иными точками плана, какъ слѣдуетъ.

§ 54. Когда имѣется уже граничный планъ какой либо дачи, и желаютъ на немъ изобразить всѣ подробности мѣстности, тогда можно поступить, какъ сказано въ предшествующемъ §, съ тою только разницею, что вмѣсто измѣренія произвольныхъ линій пролегающихъ на снимаемой мѣстности, удобнѣе измѣрять линіи рубежей, и линіи діагонально соединяющія вершины угловъ, составляемыхъ межниками, какъ такія линіи, положеніе коихъ на планѣ уже извѣстно. При измѣреніи оныхъ опредѣлятъ подошвы перпендикуляровъ опущенныхъ изъ всѣхъ замѣчательныхъ точекъ; по опредѣленіи же на планѣ сихъ послѣднихъ, по вышесказанному, приступятъ къ измѣренію линій, соединяющихъ сіи точки

однѣ съ другими, чрезъ что получится возможность нанести на планъ всѣ контуры и прочіе предметы мѣстности.

§ 55. Въ заключеніе надлежитъ присовокупить, что хотя въ предшествующихъ §§ показана возможность снять эккеромъ планъ какой бы то ни было мѣстности, однакоже не должно полагать, чтобы употребленіе этого инструмента, во всѣхъ случаяхъ одинаково было удобно. Неудобство его оказывается въ особенности: во 1-хъ въ мѣстахъ лѣсистыхъ, или собственно говоря при съёмкѣ такихъ контуръ находящихся въ лѣсу, для означенія коихъ на планѣ встрѣчается надобность по направленію оныхъ дѣлать просѣки (какъ наприм. контуръ породы лѣсовъ, дорогъ, ручьевъ и проч.); во 2-хъ при съёмкѣ мѣстности гористой, или пересѣченной глубокими оврагами, рѣками и т. п. предметами. Главнѣйшее неудобство въ семъ случаѣ, состоитъ въ трудности опредѣлять положеніе точекъ, ибо неровности мѣстоположенія часто скрываютъ оныя съ измѣряемыхъ линій и потому невозможно бываетъ на сихъ послѣднихъ отыскивать положеніе подошвъ перпендикуляровъ опущенныхъ изъ сихъ точекъ.

§ 56. Вообще можно утвердительно сказать, что эккеръ съ пользою употребляется для производства съёмки только малыхъ пространствъ, или мѣстности совершенно ровной и открытой; во всѣхъ же иныхъ случаяхъ его надобно разсматривать какъ орудіе вспомогательное при другихъ угломѣрныхъ снарядахъ. Во Франціи, всякій землемѣръ, какимъ бы инструментомъ ни производилъ съёмку, имѣетъ всегда при себѣ эккеръ (подобно цѣпи, кольямъ и т. п.), какъ такое орудіе, которое облегчаетъ ему опредѣлять изгибы контуръ и положеніе всѣхъ ме-

лочныхъ предметовъ мѣстности, находящихся въ недальнемъ разстояніи отъ измѣряемыхъ линій. Разсматривая эккеръ съ сей точки зрѣнія, желательно, чтобы и наши соотечественники обратили свое вниманіе на этотъ полезный и дешевый инструментъ, и ввели его въ общее употребленіе при производствѣ хозяйственныхъ съёмокъ. Изъ эккеровъ признается наиболѣе удобнымъ въ практикѣ описанный нами въ § 37. Заслуживаетъ также вниманія *карманный* или *зеркальный эккеръ*, устройство коего состоитъ въ томъ, что на дощечкѣ утверждаются въ положеніи къ ней перпендикулярномъ два маленькія зеркальца AA′ и BB′ (чер. 51), (величиною отъ ½ до 1 дюйма), подъ угломъ въ 45°. Одно изъ нихъ AA′ дѣлается цѣльнымъ, а у другаго BB′ верхняя часть подводки соскабливается, какъ представлено на чер. 52. Употребленіе такого эккера основано на слѣдующемъ свойствѣ отраженія лучей свѣта отъ плоскихъ зеркалъ: если лучь свѣта GR, исходящій изъ какого либо предмета G, падаетъ на зеркало AA′, и отразившись отъ него по линіи RS, встрѣчаетъ другое зеркало BB′, то онъ отразится отъ сего послѣдняго по линіи SO составляющей съ прямою GR *уголъ* GMS *вдвое болѣе угла* K, *образуемаго зеркалами* (*). Слѣд. если по условію сей уголъ

(*) Вотъ доказательство этого любопытнаго предложенія: изъ Физики извѣстно, что всякій лучь свѣта падающій на плоское зеркало подъ какимъ либо угломъ, отражается подъ угломъ ему равнымъ. Такимъ образомъ, если GR есть падающій лучь свѣта на зеркало AA′, и SR отраженный, то уголъ GRA будетъ равенъ углу SRA′; также если RS есть падающій лучь на зеркало BB′, а SO отраженный, то уголъ RSB′ будетъ равенъ углу OSB. Изобразимъ уголъ GRA=SRA′ чрезъ α, а уголъ RSB′=OSB чрезъ β. Въ треуг—кѣ MSR, уг. GMS есть внѣшній и = GRS + RSO; но уг. GRS=180°—2 α, а RSO=180°—2 β, посему

К равенъ 45°, то уголъ DMG между лучами падающимъ и вторично отраженнымъ будетъ прямой. Легко примѣнить сію теорію къ проведенію на мѣстности перпендикулярныхъ линій, именно:

1) Если находясь на точкѣ M (чер. 51), желаютъ по направленію на данный предметъ G, т. е. къ линіи MG, возставить перпендикуляръ, тогда съёмщикъ держа зеркальный эккеръ предъ собою приводитъ его въ такое положеніе, чтобы предметъ G былъ видѣнъ ему въ зеркальцѣ BB′ и въ тоже время замѣчаетъ чрезъ соскобленную часть подводки сего зеркальца, какой именно предметъ D представляется какъ бы находящимся надъ изображеніемъ предмета G, въ зеркальцѣ. Линія MD будетъ требуемый перпендикуляръ, ибо она совпадаетъ съ вторично отраженнымъ лучемъ SM, который, какъ выше сего сказано, перпендикуляренъ къ падающему лучу GR.

2) Если дана линія OD, и требуется опредѣлить подошву перпендикуляра опущеннаго изъ даннаго предмета G, тогда съёмщикъ держа эккеръ предъ собою и направляя лучь зрѣнія чрезъ соскобленную часть подводки зеркальца BB′, идетъ вдоль линіи OD, пока не выберетъ такую точку M, изъ которой данный предметъ G будетъ видѣнъ въ семъ зеркальцѣ подъ предметомъ D. Точка M будетъ требуемая подошва.

Въ томъ и другомъ случаѣ предполагалось, что данная точка G, находится влѣво отъ линіи OD; но еслибы

$$GMS = 180° - 2\alpha + 180° - 2\beta = 2[180° - (\alpha + \beta)].$$

Поелику же изъ треуг. SRK, уг. K = 180° — (SRK + RSK) или = 180° — $(\alpha + \beta)$, то сравнивая сію величину съ вышенайденною, видимъ, что уголъ GMS = 2 K, что и требовалось доказать.

она была вправо, то различіе въ дѣйствіи состояло бы только въ томъ, что надлежало бы оборотить дощечку зеркалами внизъ, поступая впрочемъ во всемъ остальномъ по вышесказанному.

ГЛАВА III.

О БУССОЛЯХЪ.

А. Устройство буссолей.

§ 57. Всякій снарядъ, заключающій въ себѣ магнитную стрѣлку, обращающуюся свободно на остромъ шпилѣ, называется *компасомъ*. Снарядъ же, приспособленный для опредѣленія величинъ угловъ, образуемыхъ магнитною стрѣлкою съ линіями, пролегающими на поверхности земли, носитъ названіе *буссоли*. Такого рода углы именуются *магнитными азимутами*.

§ 58. *Магнитною стрѣлкою* называется тонкая продолговатая стальная пластинка, которая бывши намагничена (*), получаетъ свойство обращаться однимъ

(*) *Естественнымъ магнитомъ* называется особая желѣзная руда, имѣющая свойство притягивать къ себѣ желѣзо, и сообщать чрезъ натираніе таковую же способность закаленной стали, которая въ семъ случаѣ именуется *искусственнымъ магнитомъ*.

Въ каждомъ магнитѣ имѣются всегда двѣ противуположныя точки, въ коихъ сила притягательная обнаруживается въ сильнѣйшей степени: таковыя точки называются *магнитными полюсами*. Когда магнитъ будетъ повѣшенъ въ центрѣ своей тяжести, на какой-нибудь нити, тогда послѣ нѣсколькихъ колебаній, онъ остановится, при чемъ одинъ изъ магнитныхъ полюсовъ, будетъ всегда обращенъ къ сѣверу, а другой къ югу. По сей причинѣ тотъ полюсъ, который обращается къ сѣверу, именуется *сѣвернымъ*, а другой

своимъ концомъ къ сѣверу, а другимъ къ югу. По срединѣ ея длины вправляется мѣдная, а еще лучше агатовая шляпка, въ которой снизу вытачивается конусообразное углубленіе. Этимъ углубленіемъ стрѣлка надѣвается на оконечность вертикально стоящаго стальнаго шпиля столь остраго, чтобы при обращеніи на немъ стрѣлки, не происходило почти никакого трепія. Самыя же стрѣлки бываютъ троякаго рода: или во 1-хъ, плоскія и остроконечныя (черт. 53); или во 2-хъ, узкія, въ видѣ пластинки, поставленной ребромъ (черт. 54); или наконецъ въ 3-хъ, плоскія съ тупыми концами (черт. 55) и съ вырѣзанною вдоль ихъ длины прямою чертою (*). Линія, соединяющая оба конца въ двухъ первыхъ стрѣлкахъ, или упомянутая черта въ послѣдней, именуется *осью стрѣлки*.

§ 59. Намагничиваніе стрѣлокъ можно производить двоякимъ образомъ, а именно:

или во 1-хъ, посредствомъ такъ называемаго *простаго натиранія*, состоящаго въ томъ, что конецъ магнита ставятъ перпендикулярно къ одному концу стрѣлки, положенной горизонтально, и проводятъ его до другаго конца; потомъ отнимаютъ магнитъ, и поставя его снова на первый конецъ, повторяютъ натираніе нѣсколько разъ въ одномъ и томъ же направленіи.

или во 2-хъ, посредствомъ *двойнаго натиранія:* стрѣлку АВ (черт. 60) кладутъ горизонтально, по сре-

---

южнымъ. Умственная линія, соединяющая оба полюса, называется *осью магнита*. Въ двухъ магнитахъ одноименные полюсы отталкиваются, а разноименные притягиваются.

(*) Перваго рода стрѣлки преимущественно употребляются во Франціи, а втораго въ Англіи. Третьяго же рода стрѣлки неудобны для отсчитыванія въ буссоляхъ числа градусовъ, хотя магнитная сила въ нихъ долѣе удерживается, чѣмъ въ первыхъ.

днѣ ея ставятъ двѣ магнитныя полосы SN и S'N', какъ показано на чертежѣ, въ наклонномъ положеніи (подъ угломъ отъ 20° до 30°) такъ, чтобы сѣверный полюсъ одной N, лежалъ близъ южнаго полюса S' другой; потомъ держа ихъ всегда въ томъ же наклоненіи, проводятъ одну къ A, другую къ B. На концахъ обѣ полосы поднимаютъ вверхъ, и потомъ опять кладутъ на средину, и такимъ образомъ повторяютъ дѣйствіе нѣсколько разъ; послѣ того переворачиваютъ стрѣлку AB, нижнею ея стороною вверхъ, и опять натираютъ какъ сказано было выше. Тогда на концѣ B стрѣлки, на которомъ поднимался *южной* полюсъ S', окажется *сѣверный полюсъ*, а на концѣ A, гдѣ поднимался *сѣверный* полюсъ N, *южный*. Посредствомъ сего способа, предложеннаго *Дюгамелемъ*, стрѣлки намагничиваются скорѣе и гораздо сильнѣе предшедшаго (*).

§ 60. Когда стрѣлка, намагниченная по вышесказанному, будетъ надѣта на вертикальный шпиль, тогда послѣ нѣсколькихъ колебаній, она остановится по направленію линіи, составляющей съ меридіанальною (**)

(*) Имѣется еще 3-й способъ *Эпинуса*, но онъ употребляется для намагничиванія толстыхъ полосъ; для стрѣлокъ же не такъ удобенъ, какъ Дюгамелевъ (См. Физику Ленца стр. 522).

(**) *Плоскостію меридіана* называется отвѣсная плоскость, проходящая чрезъ какое-нибудь на землѣ мѣсто, и оба земныя полюса; линія же пересѣченія меридіана съ горизонтальною плоскостію, именуется *меридіанальною* или *полуденною линіею*. Это есть та линія, по направленію коей ложится тѣнь отъ вертикально стоящаго шпиля во время полдня, т. е. въ то мгновеніе, когда солнце находится на меридіанѣ. Конецъ полуденной линіи, обращенной къ полудню, именуется *югомъ*, противуположный *сѣверомъ*. Если вообразимъ на горизонтальной плоскости проведенную прямую линію, перпендикулярную къ полуденной, то правый ея конецъ (предполагая наблюдателя обращеннымъ лицемъ къ сѣверу) называется *востокомъ*, а лѣвый *западомъ*.

уголъ болѣе или менѣе значительный. Уголъ сей называется *склоненіемъ стрѣлки*, а отвѣсная плоскость проходящая чрезъ ось стрѣлки, *магнитнымъ меридіаномъ*. Склоненіе стрѣлки измѣняется съ перемѣною мѣста на земномъ шарѣ: въ нѣкоторыхъ мѣстахъ склоненіе бываетъ западное (т. е. сѣверный конецъ стрѣлки отходитъ отъ меридіанальной линіи къ западу), въ другихъ же восточное. Въ С.-Петербургѣ (въ 1839 году) склоненіе западное и=6°; въ Москвѣ, оно=3° (также западное); въ Казани=$2\frac{1}{2}$° восточное, въ Парижѣ=19° зап., и проч. Склоненіе въ одномъ и томъ же мѣстѣ не бываетъ постоянно, но измѣняется съ каждымъ годомъ болѣе или менѣе. Такъ наприм. въ Парижѣ въ 1580 году склоненіе было 11° восточное; съ сего времени оно уменьшалось до 1663 года, въ продолженіи коего оно было=0, т. е. стрѣлка имѣла направленіе полуденной линіи; потомъ оно увеличивалось постепенно къ западу до 1814 года, въ которомъ оно было $22\frac{1}{2}$°; послѣ того оно начало съ каждымъ годомъ уменьшаться на нѣсколько минутъ.

§ 61. Кромѣ годовыхъ измѣненій, положеніе магнитной стрѣлки значительно измѣняется и въ продолженіи каждаго дня, именно: она движется къ *западу* съ восхожденія солнца до 2 часовъ пополудни, а съ 2-хъ часовъ до вечера къ *востоку* такъ, что разность между положеніемъ стрѣлки утромъ и въ 2 часа, простирается лѣтомъ до $\frac{1}{4}$°, а зимою до $\frac{1}{10}$°. Въ продолженіи же ночи склоненіе неизмѣняется. Наконецъ магнитная стрѣлка подвержена еще совершенно неправильнымъ отклоненіямъ, часто простирающимся до 1° или 2°, которыя особенно бываютъ сильны во время грозы или при появленіи сѣвернаго сіянія.

§ 61. Кромѣ годовыхъ измѣненій, положеніе магнитной стрѣлки значительно измѣняется и въ продолженіи каждаго дня, именно: она движется къ *западу* съ восхожденія солнца до 2 часовъ по полудни, а съ 2-хъ часовъ до вечера къ *востоку* такъ, что разность между положеніемъ стрѣлки утромъ и въ 2 часа, простирается лѣтомъ до $\frac{1}{4}^0$, а зимою до $\frac{1}{10}^0$. Въ продолженіи же ночи склоненіе не измѣняется. Наконецъ магнитная стрѣлка подвержена еще совершенно неправильнымъ отклоненіямъ, часто простирающимся до 1^0 или 2^0, которыя особенно бываютъ сильны во время грозы или при появленіи сѣвернаго сіянія.

§ 62. Если стрѣлка находилась на шпилѣ въ равновѣсіи въ то время, когда еще не была намагничена, то по намагниченіи сѣверный ея конецъ значительно опустится. Таковое уклоненіе стрѣлки отъ горизонтальнаго положенія, или опредѣлительнѣе говоря, уголъ образуемый осью стрѣлки съ горизонтальною линіею, называется ея *наклоненіемъ*. Наклоненіе стрѣлки измѣняется (*) съ широтою мѣста: чѣмъ мѣсто сѣвернѣе, или собственно говоря, чѣмъ ближе къ магнитному полюсу (**),

---

(*) Для опредѣленія величины наклоненія стрѣлки, устроивается особый снарядъ, состоящій изъ круга, вертикально устанавливающагося въ плоскости магнитнаго меридіана, раздѣленнаго на градусы и имѣющаго въ центрѣ стрѣлку, обращающуюся на горизонтальной оси. Стрѣлка должна быть сдѣлана такъ, чтобы принимала горизонтальное положеніе, пока еще не намагничена. Но какъ по намагниченіи оной, сѣверный ея конецъ опустится, то число градусовъ круга, заключающееся между концомъ ея и горизонтальною линіею, изобразитъ величину наклоненія.

(**) *Магнитными полюсами*, называются такія точки земнаго шара, къ которымъ обращается магнитная стрѣлка; въ сихъ точкахъ наклоненіе стрѣлки = 90°, т. е. она принимаетъ въ оныхъ направленіе отвѣсной линіи. Магнитныхъ полюсовъ существуетъ че-

тѣмъ болѣе. Такъ наприм. въ Петербургѣ, наклоненіе стрѣлки=71°, а въ Москвѣ=61°. Для уничтоженія наклоненія, т. е. дабы стрѣлка въ буссоляхъ постоянно обращалась въ горизонтальной плоскости, дѣлаютъ тотъ конецъ стрѣлки, который назначается южнымъ, нѣсколько толще, или, что еще лучше, на поднимающійся конецъ оной прилѣпливаютъ немного воску или сургучу. Тоже самое надобно дѣлать всякій разъ, когда буссоль перевозится съ мѣста на другое, лежащее значительно къ сѣверу или югу; въ противномъ случаѣ, отъ дѣйствія наклоненія, показанія стрѣлки могутъ быть ошибочны.

§ 63. Въ заключеніе присовокупимъ, что хотя склоненіе стрѣлки измѣняется съ перемѣною мѣста на землѣ, однакоже при производствѣ съёмки, обнимающей обыкновенно незначительное пространство, склоненіе разсматривается какъ величина постоянная, т. е. линіи направленій магнитной стрѣлки принимаются за прямыя параллельныя. Для отличія сѣвернаго конца стрѣлки отъ южнаго, вырѣзываютъ буквы N и S, или сѣверный конецъ дѣлаютъ изъ вороненой стали, или какую другую замѣтку.

§ 64. Простѣйшаго рода буссоль есть такъ называемая *буссоль съ діоптрами* (чер. 56); она состоитъ изъ мѣдной цилиндрической коробки, внутри коей утверждается плоское высеребренное кольцо, раздѣленное на

тыре: два въ сѣверномъ полушаріи, и два въ южномъ. Изъ сѣверныхъ одинъ находится въ Гренландіи подъ широтою 70°, а другой къ сѣверу отъ Якутска. Изъ южныхъ же одинъ находится къ югу отъ Новой Голландіи, а другой подъ долготою между островомъ Отаити и Америкою, въ южномъ ледовитомъ морѣ.

градусы. Къ коробкѣ придѣлываются два обыкновенные діоптра (см. прим. на стр. 34). Плоскость проходящая чрезъ сіи діоптры, и называемая *колимаціонною*, должна со всею точностію проходить чрезъ тѣ дѣленія кольца, кои означены 0° и 180°, или по крайней мѣрѣ быть параллельна діаметру, проходящему чрезъ сіи дѣленія. На днѣ коробки, въ центрѣ кольца, утверждается отвѣсно острый шпиль, на который надѣвается магнитная стрѣлка такой длины, чтобы оконечностями своими достигала до кольца, не касаясь однакоже его внутренняго края, и чтобы безъ затрудненія можно было разсматривать на какомъ дѣленіи она остановилась. Упомянутое кольцо, вмѣстѣ съ стрѣлкою, плотно закрывается крышкою со стекломъ, для предохраненія ея отъ вліянія вѣтра; стекло же крышки должно находиться надъ стрѣлкою въ такомъ разстояніи, чтобы не происходило между ними соприкосновенія въ то время, когда буссоль находится въ положеніи горизонтальномъ, и чтобы стрѣлка не сваливалась со шпиля, когда буссоль будетъ опрокинута днемъ къ верху. При переноскѣ съ одного мѣстѣ на другое, стрѣлка поднимается къ стеклу посредствомъ небольшаго рычага *il*, коего одинъ конецъ выходитъ внаружу, а другой конецъ *i*, имѣющій видъ кольца надѣвается на шпиль подъ стрѣлкою. Безъ такой предосторожности остріе шпили могло бы подвергнуться порчѣ отъ сотрясенія на немъ стрѣлки.

§ 65. Снизу буссоли въ ея срединѣ припаивается трубка R, коею она надѣвается на штативъ. Самый же штативъ состоитъ изъ легкаго *треножника* и *баксы* или *трубки съ яблокомъ*, т. е. цилиндра LE (чер. 57) и короткаго стержня *i*, оканчивающагося сверху цилин-

дромъ D, а снизу шаромъ O, сдѣланными съ нимъ изъ цѣльнаго куска мѣди. Въ нижнемъ концѣ цилиндра EL вытачивается цилиндрическая пустота въ видѣ трубки, которою онъ надѣвается на стержень P треножника, и прикрѣпляется къ нему винтомъ N; а верхняя часть EE′ состоитъ изъ двухъ половинокъ, имѣющихъ на внутреннихъ сторонахъ шарообразныя углубленія, обнимающія яблоко O стержня; одна изъ сихъ половинокъ E сдѣлана изъ одного куска мѣди съ цилиндромъ L, а другая E′ отдѣльная, прижимается къ первой посредствомъ винта M. На цилиндръ D надѣвается трубка R (чер. 56) буссоли и прикрѣпляется посредствомъ винта Q.

Изъ сего описанія явствуетъ, что если винтъ M (чер. 57) будетъ ослабленъ, то получится возможность наклонять буссоль по произволу во всѣ стороны, и слѣд. приводить ее въ положеніе горизонтальное; когда же сей винтъ будетъ укрѣпленъ, а винтъ Q (чер. 56) ослабленъ, тогда можно будетъ поворачивать буссоль на оси, не измѣняя даннаго ей прежде горизонтальнаго положенія.

§ 66. Употребленіе буссоли весьма просто: ее ставятъ на треножникѣ горизонтально, и ослабивъ снизу винтъ Q, наводятъ діоптры по той линіи, положеніе коей желаютъ означить на планѣ; послѣ того отсчитываютъ число градусовъ заключающихся между нулемъ градусной подписи и оконечностію стрѣлки; оно изобразитъ величину угла, образуемаго осью стрѣлки съ лучемъ зрѣнія, ибо если наприм. точка C (чер. 63) есть мѣсто занятое буссолью, A предметъ мѣстности, на который наведены діоптры *l* и *o* и NS положеніе магнитной стрѣлки, то уголъ NCA образуемый осью NS стрѣлки и лучемъ зрѣнія *l*A, очевидно будетъ измѣряться ду-

гою *No* или противуположною ей *lS*; но число градусовъ сей дуги равно заключающемуся между нулемъ градусной подписи и окопечностію стрѣлки, ибо пуль, какъ выше сказано, становится всегда на окопечности діаметра, проходящаго по направленію колимаціонной плоскости.

Такъ какъ магнитные меридіаны, проведенные чрезъ какія бы то ни было точки снимаемаго пространства, суть линіи между собою параллельныя, то достаточно будетъ однажды провести на планѣ направленіе одного изъ нихъ, чтобы потомъ имѣть возможность наносить всѣ опредѣленные буссолью магнитные азимуты. Такъ наприм. положимъ, что на бумагѣ, на коей направленіе магнитнаго меридіана означено, точка *c* (чер. 64) представляетъ положеніе предмета C (чер. 63) мѣстности; чтобы изобразить на сей бумагѣ взятый буссолью магнитный азимутъ линіи CA, то есть уголъ NCA, должно сперва провести прямую *ns* параллельно означенному на бумагѣ магнитному меридіану, а потомъ начертить уг. *nca*, равный взятому буссолью углу, и въ туже самую сторону отъ линіи *ns*, въ какую на мѣстности лежитъ линія CA отъ магнитнаго меридіана.

§ 67. Градусная подпись на всѣхъ буссоляхъ описаннаго нами устройства, располагается всегда отъ нуля въ одну сторону до 360° (*), для того, чтобы при нанесеніи опредѣленныхъ угловъ по ошибкѣ не начертить ихъ въ сторону противуположную. И въ самомъ дѣлѣ, достаточно соблюдать слѣдующія два правила:

1) Всякій разъ, когда діоптры наведены на какой ни-

(*) Исключая тѣхъ буссолей, кои дѣлаются на астролябіяхъ, о чемъ будемъ говорить въ главѣ V.

будь предметъ мѣстности, если нуль градусной подписи находится при предметномъ діоптрѣ (*), то надобно записывать число градусовъ, показываемое *сѣвернымъ* концемъ стрѣлки; если же нуль находится при *глазномъ* діоптрѣ, то должно отсчитывать по *южному* ея концу.

2) Надобно чертить на бумагѣ взятые буссолью углы всегда отъ *сѣвернаго конца меридіанальной линіи въ сторону противуположную той, въ которую означена на буссоль подпись*, т. е. если градусная подпись означена отъ сѣвера къ западу, то углы должно чертить отъ сѣвера къ востоку до цѣлой окружности, а если подпись означена отъ сѣвера къ востоку, то углы должно наносить отъ сѣвера къ западу.

Такъ наприм. если на буссоли градусная подпись означена отъ сѣвера къ западу до полной окружности и записано было въ полѣ 53°, то для нанесенія сего угла на бумагу при точкѣ *c* (чер. 64), означающей положеніе точки стоянія, надобно провести прямую *ca* вправо отъ меридіанальной *ns*, подъ угломъ въ 53°. Такимъ же образомъ, если записано было 221°, то проведутъ линію *cf* подъ угломъ въ 221°, считая его отъ *n* въ туже сторону, или что все равно, подъ угломъ *fcs*=221°—180°=41°.

§ 68. Въ предшедшемъ §, говоря о правилахъ опредѣленія буссолью магнитныхъ азимутовъ, и о нанесеніи оныхъ на бумагу, предполагали, что буссоль была поставлена въ такой точкѣ C (чер. 63) мѣстности, положеніе коей на планѣ извѣстно; но еслибы на планѣ по-

---

(*) *Предметнымъ* діоптромъ называется тотъ діоптръ, который во время наблюденія обращенъ къ предмету; *глазнымъ* же тотъ, къ коему приставляется глазъ.

ложеніе сей точки не было извѣстно, а дано было положеніе той точки А мѣстности, на которую направляли діоптры, то разница въ дѣйствіи состояла бы только въ томъ, что отсчитанное по вышесказанному числу градусовъ, надлежало бы наносить при точкѣ *a* (означающей точку А мѣстности), не отъ сѣвернаго конца магнит. меридіана *n's'*, но отъ южнаго, въ противуположную сторону градусной подписи на буссоли. Такимъ образомъ, если при визированіи изъ С на точку А (чер. 63), отсчитано было 53°, то по проведеніи чрезъ точку *a* (чер. 64) прямой *n's'* параллельно меридіанальной, слѣдуетъ начертить уголъ *s'ac*=53°. Это слѣдуетъ изъ того, что на точкѣ С, показаніе стрѣлки выражало величину угла NCA; но сей послѣдній равенъ углу S'AC, ибо NS параллельна линіи N'S'.

§ 69. Чтобы опредѣлить величину угла, наприм. ACB, (чер. 63) между какими-либо предметами А и В, буссоль ставятъ въ вершинѣ онаго С, и направляютъ діоптры сперва на точку А, а потомъ на точку В, и послѣ всякаго визированія отсчитываютъ число градусовъ показываемыхъ стрѣлкою. Положимъ, что NS есть положеніе магнит. стрѣлки; градусная подпись означена справо на лѣво, и нуль градуснаго дѣленія находится при предметномъ діоптрѣ. Первое отсчитываніе дастъ величину угла ACN, а второе BCN. Разность сихъ угловъ очевидно выразитъ величину требуемаго угла ACB. Но если въ сей разности получатъ число градусовъ болѣе 180°, тогда надобно будетъ оную вычесть изъ 360°, или къ меньшему числу отсчитанныхъ градусовъ сперва приложить 360°, а потомъ изъ суммы вычесть большее число отсчитанныхъ градусовъ. Такъ наприм. если при наведеніи діоптровъ на точку А, отсчитано было 53°, а

на точку D—348°, то уголъ ACD будетъ=360+53°—348°=413°—348°=65°. Это слѣдуетъ изъ того, что уг. ACD=NCA+NCD; но уг. NCA=53°, а уг. NCD=360°—348°, посему ACD=53°+360°—348.

§ 70. Прежде чѣмъ приступять къ употребленію описанной нами буссоли, необходимо удостовѣриться во 1-хъ, не заключаетъ ли мѣдь, изъ коей она сдѣлана, частицъ желѣза; во 2-хъ, не тупъ ли шпенекъ, на коемъ движется магнитная стрѣлка, и достаточно ли она намагничена и въ 3-хъ, находится ли шпенекъ въ центрѣ кольца съ градусною подписью.

Для повѣрки 1-го условія, утверждается отдѣльно острый шпенекъ, и падѣвъ на него стрѣлку вынутую изъ буссоли, даютъ ей остановиться. Послѣ того буссоль съ осторожностію подносятъ къ концу стрѣлки и слегка ее поворачиваютъ: если въ стрѣлкѣ не замѣтно будетъ никакого движенія, то это послужитъ признакомъ, что въ мѣди не имѣется желѣза; въ противномъ случаѣ буссоль вовсе не будетъ годна къ употребленію.

Чтобы удостовѣриться во 2-мъ условіи, ставятъ буссоль на штативѣ въ положеніи горизонтальномъ, и когда стрѣлка остановится, слегка поворачиваютъ буссоль: если въ тоже время окажется, что стрѣлка также поворачивается, то это послужитъ признакомъ, что или стрѣлка слабо намагничена, или недостаточно остръ шпенекъ, и тогда необходимо исправить то, или другое.

Наконецъ центральное положеніе шпенька узнается изъ того, если разность показаній обоихъ концовъ стрѣлки равняется постоянно 180°, въ какомъ бы положеніи буссоль ни находилась. Въ случаѣ невыполненія этого, отсчитанныя показанія стрѣлки будутъ ошибочны; и въ самомъ дѣлѣ, если *ab* (чер. 61) есть діаметръ буссоли,

проходящій чрезъ 0 и 180° дѣленія, а *ns* положеніе магнитной стрѣлки, шпенекъ *c* коей находится не въ центрѣ круга, то уголъ *c* будетъ измѣряться не дугою *bn* или *as*, но полусуммою сихъ дугъ, т. е. $\frac{1}{2}(bn+as)$. Изъ сего заключимъ, что для исправленія ошибки при опредѣленіи буссолью угловъ, отъ внѣцентреннаго положенія шпенька, надобно брать *полусумму показаній обоихъ концовъ*, не забывая изъ большаго числа градусовъ вычитать 180°, или къ меньшему числу градусовъ прикладывать 180°, смотря потому менѣе ли 180° должно записывать, или болѣе.

Такъ наприм. положимъ, что при наведеніи діоптровъ на какой нибудь предметъ, нуль градусной подписи находится при предметномъ діоптрѣ. Въ слѣдствіе вышепредложеннаго правила (§ 67, 1) надобно записывать по сѣверному концу стрѣлки: если сей конецъ показывалъ 33°, а южный 210, то вычтя 180° изъ 210°, получимъ 30°; потомъ взявъ полусумму 33° и 30° будетъ 31° 30′; таково число градусовъ угла, составляемаго осью стрѣлки съ линіею визированія. Но еслибы сѣверный конецъ показывалъ 210°, а южный 33°, то прибавя 180° къ 33°, взяли бы потомъ среднее между 210 и 213°; получимъ 211° 30′.

§ 71. Кромѣ буссоли описаннаго нами устройства, заслуживаютъ вниманія еще слѣдующія.

I. *Буссоль съ зрительною трубою.* Она имѣетъ видъ квадратнаго плоскаго ящика (чер. 59), въ цилиндрическомъ углубленіи коего вдѣлывается мѣдный высеребренный кругъ въ видѣ кольца, раздѣленный на градусы и полуградусы, а въ центрѣ онаго утверждается шпиль для магнитной стрѣлки. Углубленіе сіе закрывается стекломъ, удерживаемомъ въ немъ посредствомъ проволоч-

наго кольца. Самый же ящикъ дѣлается изъ дерева, или красной мѣди.

Съ бока ящика находится зрительная трубочка (внутри коей натягиваются крестообразно нити), придѣланная къ линеечкѣ, движущейся около центра дуги *ab*, раздѣленной на градусы. При движеніи трубочки, ось ея должна описывать плоскость перпендикулярную къ верхней поверхности ящика, и вмѣстѣ съ тѣмъ параллельную діаметру кольца проходящему чрезъ 0 и 180° градусной подписи. Градусная же подпись дуги *ab* должна быть означена такимъ образомъ, чтобы черта, означенная на краю линеечки (къ коей придѣлана трубочка), находилась на нулѣ градусной подписи, въ то время, когда поверхность буссоли и трубочка будутъ приведены въ горизонтальное положеніе. Очевидно, что посредствомъ такого снаряда, получается возможность измѣрять углы возвышеній предметовъ, т. е. углы составляемые линіею визированія съ горизонтальною.

Устройство штатива и яблока съ трубкою дѣлается точно такое, какъ въ буссолѣ съ діоптрами (см. § 65).

Нуль градусной подписи кольца, означается на той окопечности діаметра, которая обращена въ сторону предметнаго стекла. Поелику сей діаметръ, какъ сказано было выше, есть линія параллельная той плоскости, которую описываетъ при движеніи ось трубочки, то при измѣреніи угла сего буссолью, число градусовъ отсчитывается всегда по сѣверной окопечности стрѣлки (§ 67, 1) а при нанесеніи угловъ на бумагу поступаютъ какъ сказано было въ § 67, 2.

§ 72. II. *Отражательная,* или такъ называемая, *Шмалькалдерова буссоль* (по имени англійскаго художника ее усовершенствовавшаго), состоитъ изъ мѣдной

цилиндрической коробки (черт. 72) отъ 3-хъ до 4-хъ дюймовъ въ діаметрѣ, и около $^3/_4$ дюйма высоты. Къ верхней поверхности магнитной стрѣлки, движущейся на шпилѣ, утвержденномъ въ центрѣ коробки, прикрѣпляется на глухо кружекъ, нѣсколько меньшій діаметра коробки, дѣлаемый или изъ бумаги подклеенной слюдою, или изъ тонкаго серебра. На этомъ кружкѣ означается градусное дѣленіе, нуль коего становится на южномъ концѣ стрѣлки, а подпись располагается отъ юга къ западу до 360°. Шпиль, на коемъ обращается стрѣлка, долженъ находиться съ совершенною точностію въ центрѣ упомянутаго кружка. Стрѣлка съ симъ послѣднимъ закрывается, подобно какъ въ прежде описанной буссоли, стекломъ (стр. 67). Шпенекъ *n*, выдающійся изъ-края коробки, будучи придавленъ, поднимаетъ стрѣлку вверхъ къ стеклу, и чрезъ то препятствуетъ ей обращаться на шпилѣ. Къ одному краю коробки придѣлывается предметный діоптръ B, а къ діаметрально противуположному краю, глазной діоптръ A. Оба сіи діоптра придѣланы на шарнирахъ. Нижняя часть прорѣза глазнаго діоптра оканчивается круглою скважиною *a*; къ сему діоптру возлѣ самой этой скважины, прикрѣпляется хрустальная трехугольная призма *m*, представленная особо на чер. 71; ея двугранный уголъ $c=90°$, а углы *b* и *d* въ 45°. Нижняя поверхность *cb* призмы дѣлается выпуклою. Чрезъ такое устройство доставляется возможность наблюдателю, при визированіи въ глазной діоптръ на предметъ, видѣть въ тоже время въ отверстіи *a* (чер. 72), ту градусную подпись кружка въ увеличенномъ видѣ, которая находится подъ призмою, ибо лучь *pk* (чер. 71) исходящій изъ окопечности кружка будетъ отражаться отъ бока *bd* по линіи *ok*, перпендикулярный къ *kp*.

Наружныя стороны призмы, исключая нижней, обдѣлываются мѣдною латунью. Само собою разумѣется, что градусная подпись на кружкѣ должна быть означена въ обратномъ видѣ, а разстояніе между призмою и кружкомъ должно находиться на степени яснаго зрѣнія; съ этою цѣлію глазной діоптръ устроивается такъ, что онъ можетъ быть выдвигаемъ по произволу, какъ это видно изъ чер. 72.

При наблюденіи, буссоль сія кладется на верхушку гладко срѣзаннаго кола, втыкаемаго въ землю.

И такъ, если по приведеніи сей буссоли приближенно въ горизонтальное положеніе, наблюдатель направитъ чрезъ діоптры лучь зрѣнія *lo* (чер. 63) на какой нибудь предметъ A, то когда стрѣлка остановится, градусное дѣленіе, которое онъ увидитъ въ призмѣ по направленію плоскости, проходящей чрезъ діоптры, будетъ соотвѣтствовать дугѣ *lS* (ибо нуль дѣленія означается на южномъ концѣ стрѣлки); но какъ дуга *lS*, измѣряетъ уг. *lCS*, или что все равно уг. NCA, то замѣченное число градусовъ будетъ соотвѣтствовать магнитному азимуту, считаемому отъ сѣвера къ востоку; а потому углы, опредѣленные сею буссолью, должны быть наносимы на бумагу всегда отъ сѣвера къ востоку до полной окружности.

§ 73. III. *Буссоль Бюрньера* (чер. 58) имѣетъ овальную фигуру; она дѣлается изъ одного куска дерева, въ коемъ выдалбливается цилиндрическое углубленіе AB для магнитной стрѣлки. Къ сей послѣдней прикрѣпляется цилиндрическій ободокъ изъ тонкой высеребреной латуни; на боковой его поверхности означается градусное дѣленіе, нуль коего становится на южномъ полюсѣ магнитной стрѣлки, а градусная подпись располагается,

какъ въ шмалькалдеровой буссоли, отъ юга къ западу до цѣлой окружности. Въ деревѣ, по направленію наибольшаго поперечника овала, выдалбливается желобокъ BC, такой глубины, какъ велика высота ободка съ градусною подписью, для разсмотрѣнія коей вправляется на глухо увеличительное стекло въ концѣ C желобка. По направленію поперечника DE, перпендикулярнаго къ AC, поднимается подъ прямымъ угломъ дуга DGE такой же кривизны, какъ дуга DCE овала; она поднимается для натягиванія волоска *m*CG*n*, прикрѣпляемаго двумя винтиками къ дереву буссоли. Вся буссоль закрывается наглухо мѣдною дощечкою (*), имѣющею надъ самымъ желобкомъ CB четырехъ-угольное отверстіе, въ которое вмѣсто стекла вставляется тонкая роговая пластинка, а на оконечностяхъ *n* и C сей дощечки, равно какъ и на поднимающейся дугѣ DGE, дѣлаются по двѣ зарубки, для того, чтобы волосокъ, находясь въ нихъ, образовалъ плоскость CG*n*, постоянно перпендикулярную къ верхней плоскости буссоли. Сверхъ того, при устроеніи буссоли необходимо должно соблюдать, чтобы плоскость, образуемая волоскомъ, проходила чрезъ шпиль, на которомъ движется стрѣлка, а самый шпиль находился въ центрѣ окружности ободка съ градуснымъ дѣленіемъ. Въ противномъ случаѣ, опредѣляемые сею буссолью углы, будутъ ошибочны.

Употребленіе сей буссоли есть слѣдующее: наблюдатель держа ее предъ собою въ разстояніи около фута отъ глаза, приводитъ въ такое положеніе, чтобы плоскость CG*n*, образуемая волоскомъ, проходила чрезъ на-

(*) На чер. 58 буссоль представлена безъ этой дощечки, дабы яснѣе можно было видѣть внутреннее ея устройство.

блюдаемый предметъ. Градусная подпись ободка (которую онъ увидитъ чрезъ увеличительное стекло), закрываемая нижнею частію волоска будетъ соотвѣтствовать искомому магнитному азимуту. Нанесеніе же сего послѣдняго на бумагу дѣлается точно такъ, какъ опредѣленнаго отражательною буссолью.

B. Производство съёмки буссолью.

§ 74. Буссоль по скорости, съ каковою измѣряются ею углы, часто употребляютъ предпочтительно предъ многими болѣе усовершенствованными угломѣрными инструментами. Важнѣйшую же пользу приноситъ буссоль для означенія на планѣ подробностей мѣстности, главнѣйшія точки коей опредѣлены уже какими либо иными инструментами: наприм. когда имѣется уже граничный планъ какой нибудь дачи, и желаютъ на немъ означить наскоро всѣ контуры и прочіе предметы въ ней находящіеся. Въ семъ случаѣ, неизбѣжныя погрѣшности, происходящія отъ употребленія сего инструмента не могутъ имѣть значительнаго вліянія на точность цѣлаго, и даже легко могутъ быть исправлены. Напротивъ, неумѣстное употребленіе буссоли, къ сожалѣнію, приводитъ всегда къ весьма грубымъ погрѣшностямъ, ибо направленіе магнитной стрѣлки, кромѣ суточныхъ измѣненій (смотр. § 61), нерѣдко подвергается вліянію перемѣнъ атмосферы и дѣйствію солнечныхъ лучей; сверхъ того, если примемъ во вниманіе, что шляпка стрѣлки и шпиль, на которомъ она движется, стираются отъ частаго употребленія буссоли, самая стрѣлка теряетъ постепенно свою силу, и наконецъ по встрѣчающейся иногда надобности отсчитывать показа-

нія стрѣлки, въ то время, когда она еще колеблется: то сдѣлается понятнымъ, почему при самыхъ благопріятныхъ обстоятельствахъ, точность измѣреннаго угла рѣдко можетъ достигать до $\frac{1}{4}^0$. Словомъ, употребленіе буссоли можно допускать въ тѣхъ только случаяхъ, когда не требуется отъ съёмки строгой точности, и когда главнѣйшее условіе составляетъ скорость производства дѣйствія.

§ 75. Имѣются два способа производить съёмку буссолью.

1-й способъ основанъ на рѣшеніи слѣдующаго вопроса:

По даннымъ на планѣ двумъ точкамъ *a* и *b* (чер. 62), представляющимъ пункты A и B мѣстности, опредѣлить на немъ положеніе точки C, изъ коей видны A и B. Этого можно достигнуть двоякимъ образомъ:

а) Поставя буссоль сперва на точкѣ A, и направя діоптры на точку C, отсчитать число градусовъ показываемыхъ стрѣлкою, руководствуясь сказаннымъ въ § 67, 1; послѣ того, перейдя на точку B, повторить тоже самое дѣйствіе. Если градусы на буссоли означены справа на лѣво, т. е. отъ сѣвера къ западу до 360°, то отсчитанное число градусовъ на точкѣ A изобразитъ величину угла CAN, а на точкѣ B величину угла CBN (который $> 180^0$), а потому останется на планѣ посредствомъ транспортира начертить сперва при точкѣ *a* уг. *can*= CAN (предполагая, что прямая *ns*, означаетъ на бумагѣ направленіе магнитнаго меридіана), а при точкѣ *b* уг. *cbn*=CBN (откладывая какъ тотъ, такъ и другой отъ сѣвера къ востоку). Точка *c* пересѣченія линій *ac* и *bc* изобразитъ требуемую. Таковый способъ опредѣленія точки извѣстенъ подъ именемъ *засѣчки впередъ*.

Само собою разумѣется, что еслибы на планѣ не было означено направленіе магнитнаго меридіана, то слѣдовало бы, находясь съ буссолью на одной изъ точекъ A или B, навести діоптры по линіи AB, и опредѣливъ величину магнитнаго азимута оной, начертить на линіи *ab* уголъ ему равный.

Впрочемъ положеніе точки *c* равнымъ образомъ опредѣлится, если сперва будутъ найдены величины угловъ BAC и ABC руководствуясь правиломъ изложеннымъ въ § 69, а потомъ начерчены на планѣ углы *bac* и *abc* соотвѣтственно имъ равные.

b) Поставя буссоль въ точкѣ C, направить діоптры сперва на одну изъ данныхъ, наприм. A, а потомъ на другую B, и отсчитанное число градусовъ, нанести на бумагу, руководствуясь правиломъ § 68. Точка *c* пересѣченія линій *ac* и *bc*, изобразитъ какъ и прежде требуемую. Сей способъ опредѣленія точки именуется *обратною засѣчкою*.

§ 76. Способы, изложенные въ предшествующемъ §, опредѣлять положеніе точки по двумъ даннымъ, легко примѣняются къ производству съёмки какой бы то нибыло прямолинейной или криволинейной контуры. Пусть ABCDE... (чер. 140), будетъ снимаемая контура, а точки M и P данныя на планѣ. Если контура составлена изъ прямыхъ линій, то достаточно будетъ каждую изъ точекъ A, B, C..., служащихъ вершинами угловъ опредѣлять въ отношеніи точекъ M и P по одному изъ предложенныхъ способовъ. Если же контура криволинейная, то, по опредѣленіи точекъ A, B, C...., измѣрить цѣпью разстоянія между ними, и въ отношеніи измѣренныхъ прямыхъ опредѣлить всѣ изгибы контуры, руководствуясь изложеннымъ въ § 47.

Сей способъ производства съёмки съ пользою употребляется въ томъ случаѣ, когда имѣютъ уже граничный планъ какой либо дачи, и желаютъ на немъ означить контуры пашенъ, луговъ, выгоновъ и т. п. предметовъ, ибо тогда вершины угловъ, образуемыхъ межниками, послужатъ данными точками, въ отношеніи коихъ останется опредѣлить всѣ прочія точки мѣстности, находящіяся на самыхъ контурахъ.

§ 77. 2-й способъ производства съёмки буссолью какой либо контуры, наприм. ABCDEF (чер. 73), состоитъ въ слѣдующемъ: буссоль постановя въ одной изъ вершинъ угловъ, наприм. A, направляютъ діоптры на слѣдующій пунктъ B; число градусовъ показываемыхъ стрѣлкою, изобразитъ величину угла BA*n* (предполагая, что градусная подпись означена справа на лѣво, т. е. отъ сѣвера къ западу до 360°). Линію AB измѣряютъ цѣпью, а буссоль переносятъ на слѣдующій пунктъ B, гдѣ діоптры направляютъ на точку C и отсчитываютъ величину угла CB*n*. Длину линіи BC измѣряютъ, на точкѣ C становятъ буссоль и продолжаютъ такимъ образомъ дѣйствіе до починнаго пункта A.

Нанесеніе на планъ измѣренныхъ линій и опредѣленныхъ буссолью угловъ, производится въ томъ же самомъ порядкѣ, въ какомъ дѣйствіе совершалось въ полѣ, именно: означивъ на бумагѣ положеніе точки A, и проведя чрезъ нее линію *ns* параллельно магнитному меридіану, предварительно на ней означенному, чертятъ уголъ BA*n* (руководствуясь правиломъ § 67, 2-е) равный записанному на точкѣ A въ полѣ. По отложеніи по масштабу линіи AB равной соотвѣтствующей измѣренной, чрезъ точку B проводятъ прямую *ns* параллельную магнитному меридіану, чертятъ уг. CB*n* и т. д.

§ 78. Изложенный нами теперь ходъ дѣйствія простъ и не имѣетъ никакой сбивчивости. Единственная невыгода онаго состоитъ въ томъ, что углы откладываются на планѣ отъ прямыхъ линій изображающихъ направленіе магнитной стрѣлки, и потому если бы случилось, что одна изъ такихъ линій по ошибкѣ была проведена не параллельно другимъ, то погрѣшность сія имѣла бы непосредственное вліяніе на точность чертежа всей остальной части фигуры. По сей причинѣ дѣйствіе получитъ бо́льшую точность, если чрезъ вычисленіе найдена будетъ величина внѣшнихъ угловъ контуры; послѣ чего получится возможность наносить бока оной, не прибѣгая къ проведенію направленія магнитныхъ меридіановъ.

Если на буссоли градусная подпись означена справа на лѣво, а при измѣреніи угловъ переходили изъ каждой точки стоянія на слѣдующую, находящуюся влѣво, (предполагая наблюдателя обращеннымъ лицемъ внутрь контуры), т. е. изъ A въ B, изъ B въ C и т. д., то величина каждаго изъ внѣшнихъ угловъ *b*BC, *c*CD, *d*DE и проч. получится, если *изъ отсчитаннаго числа градусовъ на той точкѣ, при коей уголъ опредѣляется, вычтемъ уголъ, взятый на точкѣ предшествующей* (предполагая, что сіи углы отсчитываемы были по правилу § 67, 1-е). Когда предшествующій уголъ болѣе послѣдующаго, то къ сему послѣднему надобно приложить 360° и потомъ уже вычесть предшествующій; но если разность, такимъ образомъ полученная, окажется $>180°$ (что произойдетъ при вершинѣ входящихъ угловъ), то слѣдуетъ просто вычесть меньшій изъ большаго, и разность взять со знакомъ —.

Такимъ образомъ, для фигуры представленной на чер. 73, внѣшніе углы будутъ

$$\begin{aligned} b\mathrm{BC} &= \mathrm{CB}n - \mathrm{BA}n, \\ c\mathrm{CD} &= \mathrm{DC}n - \mathrm{CB}n, \\ d\mathrm{DE} &= \mathrm{ED}n - \mathrm{DC}n, \\ e\mathrm{EF} &= \mathrm{FE}n - \mathrm{ED}n, \\ f\mathrm{FG} &= -(\mathrm{FE}n - \mathrm{GF}n), \\ g\mathrm{GA} &= \mathrm{AG}n - \mathrm{GF}n, \\ a\mathrm{AB} &= \mathrm{BA}n + n\mathrm{A}a = \mathrm{BA}n + n\mathrm{GA} \\ &= \mathrm{BA}n + 360^\circ - \mathrm{AG}n. \end{aligned}$$

Если бы при измѣреніи угловъ буссолью, переходили съ одного пункта на другой въ сторону противоположную, т. е. изъ A въ G, изъ G въ F и т. д., то для полученія внѣшнихъ угловъ данной фигуры, надлежало бы производить вычитаніе въ обратномъ порядкѣ, т. е. каждый послѣдующій уголъ вычитать изъ предшествующаго, что очевидно.

§ 79. При семъ должно замѣтить, что можно уменьшить число точекъ стоянія вдвое, становя буссоль не въ каждой вершинѣ угла снимаемой контуры, но пропуская чрезъ одну.

Такимъ образомъ изъ A переѣдутъ съ буссолью въ C, изъ C въ E, изъ E въ G; въ точкѣ C опредѣлятъ углы BCn и DCn; въ точкѣ E углы DEn и FEn, и наконецъ въ G углы FGn и AGn. Такъ какъ сіи углы считаются въ одну сторону отъ 0 до 360°, то величина угла, который бы получился на каждой изъ пропущенныхъ точекъ, будетъ равенъ отсчитанному числу градусовъ при визированіи на сію точку, вычтя изъ онаго 180°; если же это число градусовъ менѣе 180°, то надобно будетъ приложить 180° для опредѣленія величины искомаго угла.

Такъ наприм. изъ угла BCn (который болѣе 180°), получится уголъ CBn=BCn—180°; изъ угла DEn

(остраго) найдется EDn=DEn+180°; такимъ же образомъ GFn=FGn+180°.

Найдя такимъ образомъ чрезъ вычисленіе величину угловъ при тѣхъ точкахъ, на конхъ не становили буссоль, получится возможность опредѣлить внѣшніе углы многоугольника, по правилу предшедшаго §.

§ 80. Если по какому либо случаю предвидятъ, что склоненіе стрѣлки измѣняется на разныхъ точкахъ стоянія, т. е. что она не имѣетъ направленій между собою параллельныхъ, то для уничтоженія могущихъ произойдти отъ того погрѣшностей, необходимо становить буссоль въ каждой вершинѣ угла контуры, и направлять діоптры, какъ на предшествующую, такъ и на послѣдующую точку стоянія, для опредѣленія каждаго изъ внутреннихъ угловъ контуры, какъ было объяснено въ § 68.

Впрочемъ визированіе буссолью изъ каждой вершины угла на обѣ точки доставитъ возможность удостовѣриться: измѣняется ли склоненіе, или нѣтъ. И въ самомъ дѣлѣ, если стрѣлка, въ точкахъ A, B, C... (чер. 73) имѣла направленія параллельныя, то уголъ BAn будетъ=ABs; также CBn=BCs, и проч. Слѣд. если на точкѣ A діоптры были наведены на точку B, а въ сей послѣдней на точку A, то отсчитанное число градусовъ на точкѣ A выражало уголъ BAn, а на точкѣ B уголъ 180°+ABs, или что все равно уголъ 180°+BAn. И такъ, если разность отсчитанныхъ градусовъ на обѣихъ точкахъ равняется 180°, то тѣмъ означится, что стрѣлка имѣла направленія параллельныя; если же не равняется, то склоненіе измѣнялось, или наблюденіе сдѣлано было ошибочно.

§ 81. Буссоль, кромѣ производства съёмки наскоро, доставляетъ значительную пользу для проведенія линій параллельныхъ и перпендикулярныхъ къ даннымъ такъ, наприм.:

a) Если требуется чрезъ данную точку C (чер. 68) провѣшить прямую параллельную къ линіи AB, то будетъ достаточно буссоль поставить снерва на произвольной точкѣ линіи AB, и направя ея діоптры вдоль оной, отсчитать число градусовъ, показываемое стрѣлкою, т. е. величину угла BAn; потомъ перейдя съ буссолью на точку C, дать ей такое положеніе, чтобы показаніе стрѣлки было одинаково съ прежнимъ, т. е. чтобы уголъ DCn былъ равенъ углу BAn. Останется послѣ того по направленію діоптровъ провѣшить линію CD, которая будетъ требуемая.

b) Если требуется чрезъ данную точку C (чер. 65) провѣшить линію перпендикулярную къ данной AB, то поставя буссоль въ произвольной точкѣ A, взятой на линіи AB, и опредѣливъ величину угла BAn, надобно перенести ее на точку C, гдѣ діоптрамъ дать такое положеніе, чтобы стрѣлка показывала уг. DCn=BAn+90°, или уг. ECn=BAn—90° (если уг. BAn<90°, то надобно къ оному приложить 360°). Послѣ того останется по направленію діоптровъ провѣшить линію ED, которая очевидно будетъ перпендикулярна къ AB.

При семъ должно замѣтить, что какъ въ томъ, такъ и въ другомъ случаѣ, нѣтъ никакой надобности, чтобы изъ C видна была какая либо одна изъ точекъ линіи AB, то способы сіи преимущественно употребляются въ лѣсахъ, для проложенія просѣковъ между собою параллельныхъ, или перпендикулярныхъ.

C. Опредѣленіе склоненія магнитной стрѣлки.

§ 82. Нашими межевыми законами постановлено, чтобы на межевыхъ планахъ и въ межевыхъ книгахъ по-

казываемы были величины угловъ составляемыхъ межниками съ магнитною стрѣлкою (т. е. магнитные азимуты), для того, чтобы въ случаѣ истребившихся межниковъ, можно было съ помощію буссоли отыскать на мѣстности направленія оныхъ. Но какъ склоненіе магнитной стрѣлки ежегодно измѣняется, то указомъ Правительствующаго Сената отъ 16 Мая 1806 года повелѣно, чтобы каждый землемѣръ, прежде чѣмъ приступитъ къ производству межеванія, опредѣлилъ величину мѣстнаго склоненія стрѣлки. По важности сего предмета касательно межеванія предлагаемъ здѣсь съ нѣкоторою подробностію всѣ способы опредѣленія склоненія магнитной стрѣлки, не требующіе никакихъ сложныхъ вычисленій.

§ 83. 1-й способъ состоитъ въ томъ, что сперва проводится на доскѣ, горизонтально установленной, направленіе полуденной линіи, а потомъ опредѣляется величина угла ею составляемаго съ осью стрѣлки. Уголъ сей будетъ требуемое склоненіе.

Направленіе же полуденной линіи опредѣляется слѣдующимъ образомъ: выбравъ мѣсто, которое не закрывается тѣнью окружающихъ предметовъ отъ 8 часовъ утра до 4-хъ часовъ по полудни, вкапываютъ столбъ, и утверждаютъ на немъ неподвижно гладко выструганную доску, въ положеніи горизонтальномъ, посредствомъ ватерпаса или уровня (см. § 99). На ней описываютъ нѣсколько одноцентренныхъ круговъ (чер. 74), а въ самомъ центрѣ M оныхъ, утверждаютъ по наугольнику остроконечный шпиль, дюйма въ 3 или 4 длины, въ положеніи перпендикулярномъ къ поверхности доски. Послѣ того, начиная съ 8 часовъ утра, тщательно отмѣчаютъ карандашемъ точки *a*, *b*, *c*, *d*, въ коихъ оконечность тѣни отъ шпиля будетъ прикасаться къ окружно-

стямъ, а по полудни отмѣчаютъ точки d', c', b', a', въ коихъ оконечность тѣни будетъ снова прикасаться къ ономъ. Дуги aa', bb', cc', dd', дѣлятъ пополамъ; если точки A, B, C, D..... дѣленія окажутся находящимися по направленію прямой линіи, то тѣмъ повѣрится точность исполненнаго дѣйствія, и тогда сія прямая означитъ *полуденную*. Если же точки A, B, C, D.... будутъ образовать ломаную линію, то проводятъ прямую по срединѣ между сими точками и принимаютъ ее за направленіе полуденной (*).

По опредѣленіи такимъ образомъ направленія полуденной линіи, вынимаютъ шпиль, и изъ произвольной ея точки описываютъ дугу радіусомъ, равнымъ половинѣ стрѣлки имѣющейся въ буссолѣ. Дугу сію дѣлятъ, съ помощію транспортира, на градусы, а въ центрѣ втыкаютъ остроконечный небольшой шпиль (какъ наприм. половину переломленной иглы, остріемъ къ верху). Надѣвъ потомъ на сей шпиль магнитную стрѣлку, замѣ-

---

(*) Одна изъ главнѣйшихъ трудностей опредѣлять такимъ образомъ направленіе полуденной линіи, состоитъ въ утвержденіи шпиля съ совершенною точностію въ перпендикулярномъ положеніи къ поверхности доски, или собственно говоря, такимъ образомъ, чтобы оконечность его находилась въ отвѣсномъ положеніи надъ самымъ центромъ круговъ. Несоблюденіе сего условія поведетъ къ грубой погрѣшности. Въ слѣдствіе чего, удобнѣе шпиль замѣнять прямымъ конусомъ, выточеннымъ изъ мѣди, или изъ крѣпкаго дерева, какъ наприм. пальмы, клена, бука и т. п. Такой конусъ поставя на упомянутую доску, очерчиваютъ его основаніе тонко очиненнымъ карандашемъ; потомъ снявъ его долой и опредѣливъ посредствомъ обыкновенныхъ геометрическихъ правилъ центръ сего круга, описываютъ различными радіусами изъ сего центра нѣсколько дугъ. Наконецъ поставя конусъ со тщаніемъ на прежнее его мѣсто, замѣчаютъ какъ сказано было выше, тѣ точки, въ коихъ тѣнь отъ вершины его будетъ прикасаться къ окружностямъ.

чаютъ число градусовъ заключающихся между полуденною линіею и концемъ стрѣлки. Оно изобразитъ искомую величину склоненія, которое будетъ *западнымъ* или *восточнымъ*, смотря потому, къ *западу* ли или къ *востоку* отходитъ сѣверный конецъ стрѣлки.

§ 84. Проведеніе полуденной линіи, по вышесказанному, приноситъ въ практикѣ болѣе пользы для повѣрки часовъ, чѣмъ для опредѣленія склоненія магнитной стрѣлки, ибо съ какою бы тщательностію дѣйствіе ни производили, рѣдко можетъ случиться, чтобы въ направленіи сей линіи не произошло ошибки, простирающейся до полу-градуса и болѣе. Если сверхъ того примемъ во вниманіе тѣ погрѣшности, которыя произойдутъ отъ неакуратнаго утвержденія шпиля, отъ неточности означенія градусовъ и наконецъ отъ отсчитыванія показанія стрѣлки, то сдѣлается понятнымъ, почему ошибку въ найденномъ склоненіи, по вышесказанному, надобно всегда предполагать до градуса и болѣе. Мы не говоримъ уже о неудобствахъ самого производства дѣйствія, какъ наприм. о трудности утвердить доску совершенно горизонтально, о продолжительности требуемаго времени на наблюденіе и т. п.

По изчисленнымъ нами неудобствамъ, мы обращаемъ вниманіе всѣхъ нашихъ землемѣровъ на нижепредлагаемый способъ, который по точности и скорости дѣйствія во всѣхъ отношеніяхъ удобнѣе вышепредложеннаго.

§ 85. 2-й способъ состоитъ въ слѣдующемъ: выбравъ мѣсто возвышенное и столь открытое, чтобы кругъ видимаго горизонта былъ видимъ сколь возможно далѣе, становятъ буссоль и направляютъ ея діоптры на центръ солнца при захожденіи, а потомъ на другой

день утромъ при восхожденіи. Послѣ каждаго изъ сихъ наблюденій отсчитываютъ съ тщаніемъ число градусовъ заключающихся между сѣверною окопечностію стрѣлки и нулемъ градусной подписи [предполагая, что нуль находится, во время наблюденія, при предметномъ діоптрѣ] (*). Если отсчитанное число градусовъ вечеромъ *менѣе* отсчитаннаго утромъ, то склоненіе будетъ *западное*, если же обратно, то *восточное*. Величина же склоненія получится, если вычтемъ *меньшее число градусовъ изъ бо́льшаго, и разность раздѣлимъ пополамъ*.

И въ самомъ дѣлѣ, пусть NS (чер. 66) будетъ меридіанальная линія, *ns* положеніе магнитной стрѣлки, AC лучь зрѣнія направленный на солнце при его захожденіи, а CB при восхожденіи. Поелику оба сіи наблюденія дѣлаются одно вечеромъ, а другое утромъ слѣдующаго дня, то уголъ ACN будетъ безъ чувствительной погрѣшности равенъ углу NCB. Отсчитанное число градусовъ вечеромъ выразитъ величину угла AC*n*, а утромъ угла *n*CB; изобразимъ первое чрезъ *a*, а второе чрезъ *b*, а величину искомаго склоненія NC*n* чрезъ x; очевидно будетъ

$$a+x = b-x$$

откуда $x=\frac{1}{2}(b-a)$, что и т. д.

§ 86. Предложенный нами теперь способъ простъ и

(*) Если наблюденіе дѣлается шмалькалдеровою или бюрньеровою буссолью, то отсчитанное число градусовъ утромъ выразитъ величину угла образуемаго осью стрѣлки съ лучемъ зрѣнія, а вечеромъ дополненіе таковаго же угла до 360°. Это слѣдуетъ изъ того, что углы опредѣляемыя сими двумя буссолями, считаются отъ сѣвера къ востоку до 360° и выражаютъ составляемыя осью стрѣлки съ лучемъ зрѣнія.

имѣетъ строгую точность (*) Надобно только соблюдать во 1-хъ, чтобы изъ мѣста наблюденія края видимаго горизонта, гдѣ солнце заходитъ и восходитъ, не ограничивались какими либо горами или возвышенностями; въ противномъ случаѣ произойдутъ неминуемо погрѣшности, и во 2-хъ, чтобы діоптры направлялись на центръ солнца, какъ утромъ, такъ и вечеромъ, въ тѣ мгновенія, когда оно находится на равныхъ высотахъ надъ горизонтомъ, наприм. когда оно касается нижнимъ своимъ краемъ до горизонта, или когда бываетъ видима только его половина и т. п.

Единственное же неудобство сего способа состоитъ въ томъ, что необходимо должно дѣлать два наблюденія, одно вечеромъ, а другое утромъ слѣдующаго дня, что не всегда бываетъ возможно исполнить. Сверхъ того, въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ горизонтъ ограничивается съ одной восточной, или западной стороны горами, или возвышенностями, или даже какими либо иными предметами, какъ наприм. лѣсомъ и т. п., опредѣленіе склоненія по вышесказанному вовсе будетъ невозможно. Въ слѣдствіе чего предлагаемъ здѣсь еще 3-й способъ опредѣлять склоненіе по одному лишь наблюденію, сдѣланному утромъ или вечеромъ.

§ 87. 3-й способъ. Выбравъ мѣсто удобное для сдѣланія наблюденія вечеромъ или утромъ, подобно какъ въ предшествующемъ способѣ, становятъ буссоль и направивъ ея діоптры на центръ солнца предъ захожденіемъ, или вскорѣ послѣ восхожденія, отсчитываютъ

(*) Наименѣе выгодное время для наблюденія есть первая половина Марта и Сентября, т. е. въ дни равноденствія, но и тогда ошибка въ склоненіи не будетъ превышать $\frac{1}{4}^{\circ}$.

число градусовъ заключающихся между сѣвернымъ концомъ стрѣлки и пулемъ градусной подписи. Пусть C (чер. 66) будетъ мѣсто занятое буссолью, A солнце, *ns* положеніе стрѣлки и NS линія меридіанальная. Отсчитанное число градусовъ выразитъ величину угла *n*CA. Если бы уголъ ACN былъ извѣстенъ, то разность угловъ ACN и AC*n* выразила бы величину склоненія *n*CN, которое будетъ *западнымъ*, если уг. ACN$>$ AC*n* (предполагая, что наблюденіе дѣлается при захожденіи солнца) и *восточнымъ*, если уг. ACN$<$AC*n*.

И такъ для рѣшенія нашего вопроса остается найдти средства опредѣлять величину угла ACN, образуемаго линіею полуденною и линіею визированія на солнце при его захожденіи или восхожденіи.

Таковые углы получаются прямо съ помощію таблицъ I, II и III, приложенныхъ въ концѣ сей книги. Изъ табл. I берется число соотвѣтствующее дню наблюденія, и складывается съ числомъ взятымъ изъ таблицы II, соотвѣтствующимъ географической широтѣ мѣста наблюденія; въ таблицѣ же III пріискивается число градусовъ и минутъ, соотвѣтствующее найденной суммѣ. Это число градусовъ и минутъ выразитъ величину искомаго угла.

Объяснимъ примѣромъ:

Положимъ, что дѣлали наблюденіе вечеромъ 21 Мая въ г. Тулѣ; географ. широта сего города есть 54° 11′. Въ табл. I, въ столбцѣ означенномъ словомъ «Май», спускаемся до числа 95778, соотвѣтствующаго 21-му числу сего мѣсяца. Это число 95778 записываемъ.

Въ таблицѣ II, въ столбцѣ означенномъ сверху числомъ 10′, какъ ближайшемъ данному числу минутъ широты, т. е. 11′, спускаемся до того числа, которое нахо-

дится въ строкѣ, соотвѣтствующей данному числу градусовъ широты, т. е. 54°. Видимъ что это число есть 2325.

Складываемъ 95778 съ 2325; въ суммѣ находимъ 98103. Пріискиваемъ въ таблицѣ III, какому числу градусовъ и минутъ соотвѣтствуетъ найденная сумма. Видимъ, что 98103 находится въ строкѣ соотвѣтствующей 49° и въ столбцѣ, сверху коего стоитъ 45′. И такъ, искомый уголъ равенъ 49° 45′.

Примѣчаніе. Еслибы въ таблицѣ III не имѣлось числа равнаго найденной суммѣ, то взяли бы въ ней или ближайшее большее, или ближайшее меньшее, и число градусовъ и минутъ соотвѣтствующее оному, выразило бы искомое.

Вотъ еще примѣръ:

Вечеромъ 28 Апрѣля сдѣлано было наблюденіе въ г. *Казани,* географ. широта коей есть 55° 48′. Положимъ что число градусовъ, отсчитанныхъ на буссоли во время наблюденія было 60° 0′.

Беремъ изъ табл. I, число соотвѣтствующее 28-му Апрѣля	94832
складываемъ его съ числомъ взятымъ изъ табл. II, для данной широты 55° 50′ . . .	2506
сумма . .	97338

Въ табл. III пріискиваемъ число 97338. Не находя въ ней онаго, беремъ 97332, какъ ближайшее меньшее. Число градусовъ соотвѣтствующее 97332 есть 57° 15′.

И такъ склоненіе восточное и равно 60°0′—57°15′ =2° 45′.

§ 88. Считаемъ полезнымъ присовокупить здѣсь нѣкоторыя замѣчанія, касательно опредѣленія склоненія магнитной стрѣлки, по послѣднему способу:

1) Надобно наводить діоптры буссоли на центръ солнца, въ тотъ моментъ, когда нижній край сего свѣтила находится отъ края видимаго горизонта, въ разстояніи солнечнаго полу-діаметра. Если во время наблюденія атмосфера столь чиста, что тягостно смотрѣть на солнце простыми глазами, то слѣдуетъ наводить діоптры чрезъ закопченное стекло.

2) Если наблюденіе дѣлается утромъ, то необходимо изъ табл. I брать число, соотвѣтствующее предшествующему дню мѣсяца. Такъ наприм. если наблюдали утромъ 22 Мая, то слѣдуетъ вводить въ вычисленіе не число 95802, но число 95778, т. е. соотвѣтствующее 21-му Маю.

3) Географическая широта мѣста наблюденія безъ чувствительной погрѣшности можетъ быть опредѣлена по географической картѣ, слѣдующимъ образомъ: отыскавъ на ней положеніе мѣста наблюденія, проведутъ чрезъ него линію параллельную земной параллели, и потомъ измѣрятъ по масштабу разстояніе отъ сей линіи до ближайшаго города, коего географ. широта показана въ календарѣ. Въ разсматриваемомъ нами случаѣ будетъ достаточно каждые 10 верстъ принимать за 5′ широты.

4) Для повѣрки точности найденнаго результата, надобно сдѣлать нѣсколько наблюденій (разумѣется въ различные дни). Если результаты окажутся нѣсколько разнствующими между собою, то возьмутъ среднюю величину оныхъ.

§ 89. Уголъ, составляемый линіею, взятою на мѣстности, съ полуденною, именуется *истиннымъ азимутомъ* (или просто *азимутомъ*) сей линіи. Этотъ уголъ очевидно получится, если къ магнитному азимуту, опредѣленному буссолью, приложатъ или вычтутъ изъ она-

го склоненіе стрѣлки, сообразно положенію угла и стрѣлки въ отношеніи меридіанальной линіи. Такъ наприм. предполагая, что градусная подпись на буссоли означена справо на лѣво, а склоненіе стрѣлки западное и равно 6°, для опредѣленія азимута линіи CB, т. е. уг. NCB (чер. 66) достаточно будетъ изъ отсчитаннаго числа градусовъ вычесть склоненіе *n*CN, ибо это число градусовъ выражаетъ уг. *n*CB. Такимъ же образомъ, очевидно, что если требуется на мѣстности проложить линію, которая составляла бы съ меридіанальною уг. въ 41°, лежащій отъ сѣвера къ востоку, то достаточно будетъ дать діоптрамъ такое положеніе, чтобы показаніе стрѣлки было 47°.

§ 90. Говоря объ употребленіи буссоли (§ 66), мы предполагали, что колимаціонная плоскость (т. е. проходящая чрезъ волоски діоптровъ), съ совершенною точностію совпадаетъ съ діаметромъ проходящимъ чрезъ тѣ градусныя дѣленія, кои означены нулемъ и 180°, или по крайней мѣрѣ, параллельна сему діаметру. Въ случаѣ невыполненія этого условія, уголъ, образуемый колимаціонною плоскостью съ упомянутымъ діаметромъ, именуется *колимаціонною погрѣшностію* буссоли. Должно замѣтить, что если сія погрѣшность существуетъ въ буссоли, то всякій разъ, когда діоптры ея наводятся на какой нибудь предметъ, отсчитываемое число градусовъ будетъ постоянно болѣе или менѣе угла, образуемаго осью стрѣлки съ лучемъ зрѣнія на столько, какъ велика колимаціонная погрѣшность. Но при опредѣленіи истинныхъ азимутовъ, какъ сказано было выше, колимаціонная погрѣшность не можетъ имѣть вліянія на получаемую величину· оныхъ, если склоненіе стрѣлки опредѣлялось по одному изъ двухъ послѣднихъ спосо-

бовъ, ибо величина самаго склоненія получится ошибочною, на количество равное колимаціонной погрѣшности.

§ 91. Въ заключеніе присовокупимъ, что если имѣется нѣсколько буссолей, которыя намѣреваются употребить въ практикѣ, то необходимо сперва удостовѣриться, согласуются ли онѣ между собою, или нѣтъ. Для сего достаточно будетъ изъ одной и той же точки стоянія направлять діоптры каждой изъ нихъ на какой нибудь отдаленный предметъ мѣстности, и всякій разъ записывать показанія стрѣлки. Если сіи показанія окажутся одинаковыми, то тѣмъ означится, что всѣ инструменты не имѣютъ колимаціонной погрѣшности, и тогда опредѣливъ склоненіе стрѣлки одною изъ нихъ, можно быть увѣрену, что оно получилось бы тоже самое, если бы было опредѣлено каждою изъ прочихъ. Въ случаѣ же разногласія показаній стрѣлокъ, не трудно будетъ заключить, на сколько именно и самое склоненіе будетъ различествовать.

Впрочемъ нерѣдко случается, что показанія стрѣлокъ разнствуютъ, не взирая на то, что буссоли не имѣютъ колимаціонной погрѣшности. Это происходитъ отъ того, что при намагничиваніи стрѣлокъ, магнитная сила, отъ неизвѣстныхъ причинъ, сосредоточивается въ такихъ точкахъ, какъ наприм. *a* и *b* (чер. 69), которыя находятся внѣ оси *ns* стрѣлки, и тогда не линія *ns*, но прямая *ab* выразитъ направленіе магнитнаго меридіана. Ошибки отъ того происходящія въ опредѣляемыхъ углахъ, одинаковы съ тѣми, какія происходятъ отъ существованія колимаціонной погрѣшности. По сей причинѣ, каждый землемѣръ долженъ поставить себѣ непремѣннымъ правиломъ, всякій разъ по намагниченіи стрѣлки,

опредѣлить снова склоненіе оной, или повѣрить буссоль съ другою, коею уже было опредѣлено склоненіе. Отъ несоблюденія этого правила, могутъ произойдти важныя погрѣшности при производствѣ граничной съёмки, въ особенности при возобновленіи истребившихся межевыхъ знаковъ.

ГЛАВА IV.

О мензулѣ.

А. Устройство мензулы.

§ 92. Главнѣйшее различіе *мензулы* или *планшета* отъ всѣхъ прочихъ угломѣрныхъ инструментовъ состоитъ въ томъ, что горизонтальныя проложенія угловъ между земными предметами опредѣляются симъ инструментомъ не въ градусахъ, минутахъ, и проч., но графически на бумагѣ, и что при употребленіи сего орудія, нанесеніе на планъ всѣхъ подробностей мѣстности производится въ полѣ. Эти обѣ выгоды служатъ главными причинами, почему мензула употребляется преимущественно предъ всѣми прочими угломѣрными снарядами, для производства съёмки самыхъ подробныхъ военно-топографическихъ и хозяйственныхъ плановъ.

Опредѣленіе угловъ мензулою основывается на самыхъ простыхъ началахъ Геометріи: вообразимъ себѣ доску съ натянутою на ней бумагою и установленную на какой-либо точкѣ мѣстности въ положеніи горизонтальномъ и неподвижномъ; если станемъ обращать ли-

нейку, положенную на сію доску, около какой-нибудь означенной на бумагѣ точки, направляя ея краіі послѣдовательно на различные предметы мѣстности, то прямыя линіи, проведенныя карандашемъ на бумагѣ по краю линейки, при каждомъ новомъ ея положеніи, очевидно составятъ рядъ угловъ, кои изобразятъ горизонтальныя проложенія угловъ, образуемыхъ лучами зрѣнія, направленными на упомянутыя точки мѣстности.

§ 93. Хотя устройство мензулы, со времени изобрѣтенія оной Альтдорфскимъ профессоромъ *Іоанномъ Преторіемъ* (въ началѣ XVII столѣтія), безпрестанно было измѣняемо, однакоже въ сущности оставалось одинаковымъ; ибо всякая мензула, какого бы она устройства ни была, состоитъ изъ двухъ главныхъ частей: *квадратной доски* и *штатива*, на которомъ доска утверждается.

Доски дѣлаютъ обыкновенно изъ сухаго липоваго дерева, величиною отъ 14 до 28 дюймовъ, принимая всѣ мѣры предосторожности при устройствѣ оныхъ, чтобы онѣ не коробились (*). На верхнюю поверхность доски, имѣющую видъ совершенной плоскости, натягивается бумага (**).

Штативъ долженъ быть устроенъ такимъ образомъ, чтобы во 1-хъ, наложенную на него доску можно было

(*) Иногда, для производства самыхъ точнѣйшихъ съёмокъ, дѣлаютъ доски изъ толстаго матоваго стекла, вставленнаго въ деревянную рамку.

(**) Дабы натянутая бумага не вздувалась отъ сырости воздуха, натягиваютъ на доску тонкій холстъ (или каленкоръ), а потомъ наклеиваютъ на него крахмаломъ бумагу, всею ея поверхностію. Или: намазавъ всю поверхность доски взбитымъ яичнымъ бѣлкомъ, а потомъ наложивъ на нее листъ сырой бумаги, приклеиваютъ одни только края сей послѣдней. Впрочемъ, первый способъ наклейки выгоднѣе послѣдняго.

приводить безъ затрудненія въ горизонтальное положеніе, и свободно обращать; во 2-хъ, доска, по прикрѣпленіи ея къ штативу, не должна измѣнять даннаго ей положенія, ни отъ порыва вѣтра, ни отъ какого-либо прикосновенія, и между тѣмъ чтобы можно было ее поворачивать малымъ движеніемъ посредствомъ особаго винта (именуемаго *микрометреннымъ*), и наконецъ въ 3-хъ, штативъ долженъ сколь возможно менѣе подвергаться поврежденію отъ неосторожности съёмщика, или прислуги.

Сіи условія кажутся съ перваго взгляда весьма просты, но трудно выполнить ихъ на самомъ дѣлѣ, чему доказательствомъ служитъ большая часть донынѣ существующихъ мензулъ. Не считая нужнымъ распространяться о постепенномъ усовершенствованіи сего полезнаго для съёмки орудія, ни описывать мензулъ, употребляемыхъ во Франціи и въ Германіи, какъ наприм. мензулу *Кюньота*, мензулу *на яблокѣ* и проч., по причинѣ сопряженныхъ съ ними важныхъ недостатковъ, предлагаемъ здѣсь описаніе устройства только двухъ мензулъ: *Мюнхенской*, съ сдѣланными въ ней усовершенствованіями Г. Рейссигомъ, и *Г. Стефана*, какъ наиболѣе удобныхъ для практики, и употребительныхъ у насъ въ Россіи.

§ 94. *Штативъ* мюнхенской мензулы состоитъ изъ двухъ главныхъ частей: треножника АВВВ (чер. 78) и продолговатой доски К съ двумя кругами Е, F (чер. 85).

Составныя части треножника суть слѣдующія: а) круглая толстая деревянная доска А (чер. 78); b) три деревянныя ножки В, В, В, имѣющія въ верхней части прорѣзы *b'*, *b'*, въ которые пропущены желѣзные болты *c*С (чер. 79). Ножки на болтахъ могутъ обращаться

свободно какъ на шарнирѣ около оси b'' (чер. 78), что явствуетъ изъ чертежа. Верхняя часть каждаго изъ трехъ болтовъ нарѣзана винтомъ и пропускается сквозь отверстіе сдѣланное въ доскѣ A. Гайками же Q, Q, Q, болты прикрѣпляются къ доскѣ и удерживаютъ ножки въ неподвижномъ положеніи. Кромѣ того въ кругѣ A дѣлаются еще три отверстія, одно отъ другаго въ равномъ разстояніи, для пропущенія винтовъ D, D, D, изъ коихъ каждый имѣетъ по срединѣ кружокъ для его повертыванія, а сверху шарообразную шляпку. Посредствомъ сихъ винтовъ, именуемыхъ *подъёмными*, мензульная доска приводится въ горизонтальное положеніе.

Верхняя же часть штатива, непосредственно соединяемая съ мензульною доскою M (чер. 85), состоитъ изъ двухъ деревянныхъ круговъ E, F, одинаковой величины съ кругомъ A (чер. 78), и въ центрѣ которыхъ укрѣпленъ, въ положеніи перпендикулярномъ къ ихъ поверхностямъ, винтъ G (чер. 85) называемый *становымъ*. Сей винтъ G, представленный отдѣльно на чер. 87, дѣлается изъ одного куска мѣди съ кружкомъ g, которымъ онъ прикрѣпляется на-глухо къ нижнему кругу E (чер. 85), а верхняя часть винта G пропускается въ отверстіе круга F и навинчивается на него слегка четырехъ-угольная гайка g'. Къ каждому изъ вышесказанныхъ деревянныхъ круговъ E, F, придѣлывается по бруску e, f, которые соединяются посредствомъ микрометрическаго винта N (*).

(*) Сей винтъ, представленный отдѣльно на чер. 86, сдѣланъ изъ цѣльнаго куска металла съ шарикомъ m, и ввинчивается въ такой же величины другой шарикъ m'. Оба сіи шарики придавливаются скобками d и d' (чер. 85) къ брускамъ f и e, имѣющимся въ нихъ небольшими шарообразными углубленіями, обнимающими шарики.

Въ заключеніе надлежитъ сказать, что мензульная доска M (чер. 85) прикрѣпляется посредствомъ скобъ L, L, къ продолговатой дощечкѣ K, придѣланной наглухо къ кругу F, и весь сей приборъ кладется на подъёмные винты D, D, D (чер. 78), при чемъ въ круглое отверстіе, сдѣланное въ центрѣ круга A, пропускается оконечность становаго винта, и навинчивается на него снизу гайка H.

Изъ сего описанія явствуетъ, что по укрѣпленіи ножекъ посредствомъ гаекъ Q, Q, Q, если гайка H становаго винта будетъ ослаблена, то посредствомъ подъёмныхъ винтовъ D, D, D, получится возможность привести верхнюю поверхность мензульной доски въ горизонтальное положеніе, и поворачивать свободно на оси вмѣстѣ съ обоими кругами E, F и съ становымъ винтомъ. Если потомъ гайка H будетъ туго привинчена, то доска приметъ положеніе неподвижное. Обращая же микрометренный винтъ N въ ту или другую сторону, оба бруска *e* и *f* будутъ между собою сближаться или отдалятся, и слѣд. верхній кругъ F, вмѣстѣ съ укрѣпленною на немъ доскою, будетъ поворачиваться медленнымъ движеніемъ на верхней части стержня становаго винта.

§ 95. Главнѣйшіе недостатки сей мензулы суть слѣдующіе:

1) Приведеніе въ горизонтальное положеніе доски требуетъ немалаго времени, ибо надлежитъ сперва ослабить гайки Q, Q, Q (чер. 78), и посредствомъ ножекъ B, B, B, привести ее приближенно въ помянутое положеніе, а потомъ прикрѣпивъ гайки дѣйствовать подъёмными винтами D, D, D. Но какъ отъ прикрѣпленія гаекъ не рѣдко оказывается, что мензула принимаетъ весьма наклонное положеніе, то встрѣтится всякій разъ надоб-

ность, или снова отвинчивать гайки Q, Q, Q, и переставлять ножки, или всю эту погрѣшность исправлять продолжительнымъ обращеніемъ подъёмныхъ винтовъ.

2) Такъ какъ мензульная доска вмѣстѣ съ кругами E, F, лежитъ только на трехъ точкахъ подъёмныхъ винтовъ, то движеніе оной на оси лишено плавности и отъ того самые подъёмные винты скоро расшатываются въ своихъ гнѣздахъ.

3) Становой винтъ укрѣпленъ къ кругу E въ положеніи къ нему перпендикулярномъ. Но какъ сей кругъ, когда доска приводится въ горизонтальное положеніе, бываетъ не параллеленъ къ кругу A, то становой винтъ принимаетъ всякій разъ косвенное направленіе къ сему послѣднему и потому гайка H, будучи привинчена, прикасается къ нижней плоскости круга A не всею своею поверхностію, но лишь однимъ краемъ. Отъ этого происходитъ, что или становой винтъ, не смотря на свою толстоту, сгибается, и даже переламливается, или выламливается та часть круга E, въ коей прикрѣпленъ кружокъ *g* (чер. 87) становаго винта.

4) Микрометренный винтъ подвергается весьма скоро порчѣ, ибо оправа сдѣланная на брускахъ *e* и *f* (чер. 85) всегда расшатывается, и даже нерѣдко самые сіи бруски ломаются.

§ 96. Всѣ недостатки мюнхенской мензулы, изчисленные нами въ предшедшемъ §, устранены Г. Дѣйств. Стат. Сов. Рейссигомъ, въ устроенной имъ въ нынѣшнемъ году (1839) мензулѣ. Главнѣйшія усовершенствованія, имъ сдѣланныя, состоятъ въ слѣдующемъ:

во 1-хъ, верхнимъ оконечностямъ ножекъ онъ даетъ видъ правильныхъ цилиндровъ, и точно такого же вида дѣлаетъ углубленія въ кругѣ A (какъ представлено на

чер. 84), плотно обхватывающія ножки со всѣхъ сторонъ. Круглая гайка *n*, врѣзанная въ верхнюю поверхность круга A, навинчивается съ помощію особаго ключа на оконечность болта и притягиваетъ ножку на столько, чтобы можно было только свободно ее поворачивать;

во 2-хъ, верхніе концы подъёмныхъ винтовъ дѣлаетъ онъ не въ видѣ шариковъ, какъ въ мюнхенской, но остроконечными (чер. 82): на нихъ накладываются мѣдные кружки, имѣющіе снизу коническія углубленія, бо̀льшаго растворенія, чѣмъ оконечности винтовъ для того, чтобы можно было каждый кружокъ по произволенію наклонять. Мензульная доска съ прикрѣпленнымъ къ ней кругомъ (подобно какъ на чер. 78), по наложеніи на сіи кружки, при обращеніи своемъ на оси, получаетъ плавное движеніе, чего мюнхенская вовсе не имѣетъ;

въ 3-хъ, устройство становаго винта значительно улучшено тѣмъ, что онъ не укрѣпляется на глухо, какъ въ мюнхенской, къ кругу E (чер. 85), но оканчивается яблокомъ (чер. 83), и вкладывается въ цилиндрическую трубку *p*, *p*, снизу закругленную и укрѣпленную на-глухо въ кругу E. На становой винтъ G навинчивается снизу рукоятка И, сверху плоская. Очевидно, что чрезъ таковое устройство доставляется становому винту постоянно перпендикулярное положеніе къ нижнему кругу A, и тѣмъ избѣгаются всѣ неудобства, о коихъ говорено было въ § 95, 3-е. На верхнюю же часть упомянутой трубки *p*, *p*, надѣвается доска K, которая прикрѣпляется сверху гайкою S, ввинчиваемую въ нарѣзы, сдѣланные на внутренней поверхности трубки. Между сею доскою и кругомъ E вкладывается весьма тонкій листъ латуни, для

уменьшенія тренія при дѣйствіи микрометреннымъ винтомъ;

въ 4-хъ, вмѣсто деревянныхъ брусковъ *e* и *f* (чер. 85) соединяемыхъ микрометреннымъ винтомъ, сдѣланы мѣдныя стойки, укрѣпленныя вертикально, одна на кругѣ E, а другая на доскѣ K, и потому никогда не можетъ произойдти тѣхъ поврежденій въ микрометренномъ винтѣ, какія случаются въ вышеописанной мензулѣ.

§ 97. *Мензула Г. Стефана.* Главныя ея части суть: три равнобедренные и прямоугольные треугольники A, B, C, (чер. 81), вылитые изъ одного куска мѣди, и соединенные одинъ съ другимъ посредствомъ шарнировъ и винтовъ M и N (*). Къ нижнему придѣлываются ножки, а къ верхнему толстый деревянный кругъ, который посредствомъ становаго винта Q прикрѣпляется къ мензульной доскѣ.

Нижній треуг. A, представленъ особо на чер. 89; бока его *a, a, a,* обтачиваются цилиндрически, для того, чтобы каждый изъ нихъ служилъ осью движенія ножки. Для прикрѣпленія же ножекъ, берется толстый листъ латуни, шириною равною длинѣ помянутой оси, и загибается около сей послѣдней (что яснѣе можно видѣть на чер. 80, гдѣ одна изъ ножекъ представлена въ разрѣзѣ); четыре винта *p, p, p, p* (чер. 89) прижимаютъ этотъ загнутый край латуни, которая потомъ прикрѣпляется къ деревянной ножкѣ, посредствомъ винтовъ P, P, P. При перевозкѣ сіи послѣдніе отвинчиваются, чрезъ что ножки отнимаются.

На верхней поверхности катета AA″ (чер. 81) сего

(*) Катеты сихъ треугольниковъ дѣлаются длиною около 5-ти дюймовъ.

треуг-ка, дѣлаются два шарнира изъ цѣльнаго съ нимъ куска мѣди; этими шарнирами катетъ AA″ соединяется съ катетомъ BB″ средняго треуг-ка; противоположные же углы A′, B′ обоихъ сихъ треугольниковъ, могутъ быть сближаемы или отдаляемы другъ отъ друга посредствомъ винта M. Съ этою цѣлью въ оконечностяхъ A′ и B′ треуг-въ дѣлаются продольные прорѣзы (чер. 89), и сквозь каждый изъ нихъ пропускается горизонтально стержень *mm*, имѣющій видъ усѣченнаго конуса. Въ стержнѣ просверливается, перпендикулярно къ его оси, цилиндрическое отверстіе *g*, съ нарѣзкою для винта M (чер. 81). Нарѣзка же на семъ послѣднемъ дѣлается въ двѣ противуположныя стороны. Изъ сего явствуетъ, что если M будетъ поворачиваемъ, то оба конца A′, B′, будутъ или сближаться, или отдаляться.

Такимъ же образомъ соединяется средній треугольникъ B″BB′ съ верхнимъ C″CC′, посредствомъ винта N и шарнировъ, сдѣланныхъ на катетахъ BB′ и CC′.

Устройство верхняго треуг-ка C″CC′ (представленнаго вмѣстѣ съ деревяннымъ кругомъ DD особо на чер. 88), различествуетъ отъ другихъ двухъ тѣмъ, что онъ дѣлается въ видѣ сектора CC″ EC′, выливаемаго изъ мѣди вмѣстѣ съ двумя брусками EE′, CF и двумя дугами *g*, *g*. Обѣ сіи дуги имѣютъ съ дугою C′EC″ общій центръ въ *f*, служащій осью движенія сего сектора на кругѣ DD. Толстыя скобы S, S и S′ препятствуютъ сектору отдѣляться отъ круга, допуская между тѣмъ медленное движеніе сего послѣдняго, при обращеніи микрометреннаго винта R.

Въ заключеніе должно сказать, что въ центрѣ круга DD дѣлается цилиндрическое отверстіе, въ которое пропускается снизу становой винтъ Q, прикрѣпляющій

къ кругу продолговатую дощечку; сія же послѣдняя соединяется съ мензульною доскою посредствомъ деревянныхъ скобъ, подобно какъ въ мюнхенской мензулѣ (чер. 85).

§ 98. Преимущество описанной нами теперь мензулы предъ мюнхенскою, усовершенствованною Г. Рейссигомъ, состоитъ въ томъ, что движенія всѣхъ ея частей независимы одно отъ другаго, и потому можно приводить доску въ горизонтальное положеніе, когда становой винтъ привинченъ. Въ мюнхенской же, вывинчивая одинъ изъ подъёмныхъ винтовъ, не ослабивъ предварительно гайку становаго винта, можетъ случиться, что средина верхняго круга выломится, по причинѣ сильнаго давленія, имъ претерпѣваемаго. Сверхъ того самое приведеніе доски въ горизонтальное положеніе производится гораздо скорѣе въ послѣдней, чѣмъ въ двухъ первыхъ. Но съ другой стороны, мензула Г. Рейссига имѣетъ преимущество предъ мензулою Г. Стефана по малосложности своего устройства, легкости и дешевизнѣ.

B. Принадлежности къ мензулѣ.

I. Уровень.

§ 99. Такъ называется снарядъ, служащій для приведенія доски въ горизонтальное положеніе. Онъ состоитъ изъ стеклянной цилиндрической трубки, наглухо запаянной, и наполненной винным спиртомъ, съ оставленіемъ небольшаго воздушнаго пузырька (*).

(*) Уровни, находящіеся въ нивеллирныхъ инструментахъ, также какъ и въ снарядахъ для астрономическихъ и геодезическихъ на-

Внутренней поверхности трубки, по направленію ея длины, дается кривизна, въ видѣ дуги круга. Снаружи же она обдѣлывается мѣднымъ футляромъ, въ коемъ вырѣзывается сверху продолговатое отверстіе, какъ представлено на чер. 70, для разсматриванія движенія воздушнаго пузырька. Футляръ сей утверждается на линеечкѣ *mn* посредствомъ двухъ винтовъ A и B, съ помощію коихъ можно возвышать или понижать всю трубку.

§ 100. Воздушный пузырекъ, занимая всегда наивысшую точку внутри трубки, будетъ находиться на срединѣ оной только тогда, когда ось трубки (называемая *осью уровня*) есть линія горизонтальная; при малѣйшемъ же уклоненіи оси отъ горизонтальнаго направленія, пузырекъ будетъ отдаляться отъ средины уровня къ тому концу, который болѣе возвышенъ. Слѣд. въ случаѣ *параллельности* нижней плоскости *mn* (чер. 70) съ *осью уровня*, можно легко приводить мензульную доску въ горизонтальное положеніе слѣдующимъ образомъ: уровень кладется на доску MN, (чер. 77) по направленію какой нибудь прямой *ab* и поднимается, либо опускается край доски MM′, или NN′, посредствомъ винтовъ штатива, пока пузырёкъ займетъ средину трубки; потомъ уровень кладется по линіи *cd*, по прибли-

---

блюденій, приготовляются съ особенною тщательностію. Въ нихъ оставляется не воздушный пузырекъ, но небольшое безвоздушное пространство, слѣдующимъ образомъ: трубка наливается, вся полная, кипячимъ спиртомъ, и потомъ запаивается, или что еще лучше, вкладывается въ открытый ея конецъ стеклянный кружокъ, плотно къ нему приточенный; послѣ того обтягивается сей конецъ мокрымъ пузыремъ, приклеиваемымъ яичнымъ бѣлкомъ. Спиртъ по охлажденіи займетъ меньшій объёмъ, и такимъ образомъ произойдетъ въ трубкѣ небольшое безвоздушное пространство.

женію перпендикулярной къ *ab*, и поднимается либо опускается край NM', или N'M, пока пузырекъ не будетъ опять находиться на срединѣ трубки (*). Очевидно, что чрезъ это двоякое дѣйствіе, вся плоскость будетъ приведена въ горизонтальное положеніе. Для большей точности полезно повторить вышесказанное дѣйствіе нѣсколько разъ.

§ 101. Предъ употребленіемъ уровня необходимо всякій разъ повѣрить параллельность нижней плоскости уровня съ его осью. Повѣрка сія дѣлается слѣдующимъ образомъ: уровень кладутъ на мензульную доску, и приводятъ ее подъёмными винтами штатива въ такое положеніе, чтобы пузырекъ занялъ средину трубки. Послѣ того переложивъ уровень, такъ чтобы правый его конецъ занялъ мѣсто лѣваго, а лѣвый праваго, смотрятъ, находится ли пузырекъ опять на срединѣ или нѣтъ: если находится, то тѣмъ означится, что уровень вѣренъ; въ противномъ же случаѣ, надобно его исправить. Предположимъ, что линія *ba* (чер. 67) представляетъ сіе второе положеніе уровня, при чемъ пузырекъ отошелъ отъ средины *c* трубки и находится въ *p:* въ семъ случаѣ для исправленія онаго, надобно посредствомъ одного изъ винтовъ A или B (чер. 70), опустить возвышенный конецъ или поднять опущенный, на

(*) На мензулѣ, имѣющей три подъёмныхъ винта, подобно какъ мюнхенская, для ускоренія сего дѣйствія, необходимо класть уровень сперва въ положеніи параллельномъ къ той линіи, которая соединяетъ какіе либо два изъ сихъ винтовъ и приводить пузырёкъ на средину трубки, дѣйствуя ими обоими; а по переложеніи уровня въ положеніе перпендикулярное къ прежнему направленію, приводить пузырёкъ на средину трубки, дѣйствуя 3-мъ подъёмнымъ винтомъ. На мензулѣ же Стефана, уровень надобно класть въ положеніи параллельномъ катетамъ треугольниковъ, что очевидно.

столько, чтобы пузырекъ занялъ точку *d* (чер. 67) находящуюся на срединѣ между точками *p* и *c*. Послѣ того слѣдуетъ привести пузырекъ на средину *c* трубки наклоненіемъ самой мензульной доски, посредствомъ обращенія одного изъ подъёмныхъ винтовъ, и повторить все дѣйствіе снова (*).

II. Алидада.

§ 102. Алидадою называется инструментъ, служащій для проведенія на мензульной бумагѣ линій направленій на разныя точки мѣстности. Алидады бываютъ двухъ родовъ: *съ діоптрами* и *зрительною трубою*.

Алидада съ діоптрами есть мѣдная линейка, длиною равная, и даже болѣе, мензульной доски, и на концахъ

(*) Чтобы понять причину вышесказаннаго дѣйствія, предположимъ, что AB (чер. 76) есть ось уровня, положеннаго на доску MN и приведеннаго въ горизонтальное положеніе. Если A*m* длиннѣе B*n*, то линія AB не будетъ параллельна съ MN, а потому будучи продолжена, пересѣчетъ сію послѣднюю въ какой-либо точкѣ N, и уголъ N изобразитъ величину уклоненія плоскости MN отъ горизонтальнаго направленія. Если теперь обернемъ уровень и предположимъ, что B′A′ представляетъ положеніе его оси, то продолженная прямая A′B′ пересѣчетъ плоскость MN подъ угломъ M равнымъ углу N. Но изъ треуг-ка MN*k*, уг. A′*k*B=M+N или=2N, а посему уг. *k*, изображающій величину наклоненія оси A′B′, при 2-мъ положеніи уровня, равенъ удвоенному углу наклоненія плоскости MN. И такъ, чтобы привести ось A′B′ въ параллельное положеніе къ плоскости MN, надлежитъ сдѣлать короче A′*n*, или длиннѣе B′*m*, на столько, чтобы линія A′B′ приняла положеніе прямой *cd*, дѣлящей уголъ A′*k*B пополамъ; а чтобы линія MN приняла горизонтальное положеніе, надлежитъ понизить край N доски, или возвысить край M, на столько, чтобы линія MN наклонилась на уголъ равный углу *dk*B=уг. N. Изъ сего явствуетъ, что одна половина погрѣшности должна быть исправляема уровнемъ, а другая половина подъёмнымъ винтомъ мензулы.

своихъ имѣющая діоптры, укрѣпленные неподвижно (чер. 91). Въ каждомъ изъ нихъ дѣлается узкій прорѣзъ (или рядъ скважинъ) и продолговатое отверстіе съ натянутымъ конскимъ волосомъ (см. стр. 34). Необходимое условіе вѣрности алидады состоитъ въ томъ, чтобы во 1-хъ, плоскость проходящая чрезъ волосъ одного діоптра и рядъ скважинъ другаго, и называемая *колимаціонною плоскостію*, была перпендикулярна къ нижней поверхности линейки, и чтобы во 2-хъ, колимаціонная плоскость проходила чрезъ край линейки, или по крайней мѣрѣ, была ему параллельна.

Для повѣрки перваго изъ сихъ условій, алидада кладется на мензульную доску, приведенную въ горизонтальное положеніе, и наводится на какую нибудь отвѣсную линію, наприм. на край зданія, или на повѣшенную веревку съ грузомъ. Если волосъ будетъ постоянно ее закрывать, въ какую бы скважину мы на нее ни смотрѣли, то это послужитъ признакомъ вѣрности алидады.

Для повѣрки же параллельности колимаціонной плоскости съ краемъ линейки, алидаду кладутъ, какъ и прежде, на мензульную доску, приведенную въ горизонтальное положеніе, и наводятъ на какой нибудь весьма отдаленный предметъ; потомъ проведя черту остро очиненнымъ карандашемъ по всему краю линейки, втыкаютъ двѣ весьма тонкія иглы въ доску, отвѣсно съ помощію наугольника, на оконечностяхъ проведенной линіи, и смотрятъ нѣсколько издали, находятся ли онѣ обѣ и вышесказанный предметъ въ прямой линіи или нѣтъ. Если окажется, что обѣ сіи иглы закрываютъ этотъ предметъ, то тѣмъ означится, что колимаціонная плоскость параллельна съ краемъ линейки; если же не закрываютъ, то непараллельна.

Впрочемъ параллельность колимаціонной плоскости съ краемъ линейки необходима только въ томъ случаѣ, когда при мензулѣ употребляется буссоль.

§ 103. *Алидада съ зрительною трубою,* или такъ называемый *кипрегель,* состоитъ изъ мѣдной линейки R (чер. 90), на коей утверждается отвѣсно колонна C, имѣющая сверху цилиндръ *ii,* сдѣланный изъ цѣльнаго куска мѣди съ колонною. По направленію оси сего цилиндра просверливается въ немъ отверстіе, въ которое пропускается круглый стержень, служащій цапфою или *осью вращенія* зрительной трубы L.

§ 104. Зрительныя трубы въ кипрегелѣ, равно какъ и во всѣхъ астрономическихъ и геодезическихъ инструментахъ, дѣлаются всегда о двухъ стеклахъ, двояко-выпуклыхъ (*). То стекло, которое обращается къ предмету, называется *предметнымъ*, а другое, въ которое смотрятъ—*глазнымъ*. Первое дѣлается мало выпуклымъ, и по мѣрѣ возможности, бо́льшаго діаметра для того, чтобы упадало на него наибольшее число лучей; а второе гораздо меньшаго діаметра и бо́льшей выпуклости. Самая труба почти всегда состоитъ изъ двухъ колѣнъ, плотно одно въ другое входящихъ; въ концѣ наружнаго AB (чер. 93) вправляется предметное стекло C, а во внутреннее DD′ вдвигается маленькая трубочка E съ глазнымъ стекломъ, и въ немъ укрѣпляется кольцо *ff′* (чер. 92), на коемъ натягиваются крестообразно двѣ

(*) Таковыя трубы именуются *астрономическими.* Разсматриваемый въ нихъ предметъ представляется обращеннымъ, но гораздо явственнѣе, нежели въ такъ называемыхъ земныхъ трубахъ, представляющихъ предметы въ прямомъ видѣ. Земныя трубы устраиваются изъ большаго числа стеколъ и будучи длиннѣе астрономическихъ, неудобны для угломѣрныхъ инструментовъ.

шелковыя или паутинныя нити, одна вертикально, а другая горизонтально. Прямая kC (чер. 93), соединяющая точку k пересѣченія нитей съ центромъ С предметнаго стекла, именуется *оптическою осью* трубы (*).

(*) Для читателя незнакомаго съ Оптикою, предлагаемъ здѣсь сущность теоріи оптическихъ стеколъ, безъ чего самое употребленіе зрительныхъ трубъ не будетъ имѣть удовлетворительной ясности.

Пусть АВ (чер. 95) будетъ двояко выпуклое стекло, представленное въ разрѣзѣ; Е и D центры его поверхностей, коп суть сферическія (линія ED именуется *главною осью стекла*); М какая либо свѣтящаяся точка. Лучи свѣта исходящіе изъ сей точки и упадающіе на стекло АВ, по выходѣ изъ онаго, переломляются и соединяются позади стекла въ точкѣ m, которая всегда находится на продолженіи прямой МС, проходящей чрезъ точку С, лежащую внутри стекла на главной оси ED. Сія точка С именуется *оптическимъ центромъ стекла;* она замѣчательна тѣмъ, что всѣ лучи свѣта чрезъ нее проходящіе не преломляются. Вообразимъ теперь, что вмѣсто точки М, находится предметъ MN (чер. 96): лучи свѣта исходящіе изъ каждой его точки, упадая на стекло, по преломленіи, будутъ соединяться вмѣстѣ, и такимъ образомъ позади стекла произойдетъ весьма яркое изображеніе mn предмета въ обратномъ видѣ. Это изображеніе будетъ находиться въ плоскости перпендикулярной къ главной оси стекла; разстояніе же FC сего изображенія отъ стекла, зависитъ отъ дальности самого предмета: 1) если предметъ находится въ безконечномъ разстояніи отъ стекла, то разстояніе FC будетъ для каждаго стекла опредѣленное и называется *фокуснымъ разстояніемъ*, отъ слова *фокусъ*, подъ коимъ разумѣютъ точку, въ которой соединяются всѣ лучи, исходящіе изъ свѣтящейся точки лежащей по направленію главной оси стекла и находящейся въ безконечномъ разстояніи. 2) Еслибы предметъ MN находился во *сть фокусныхъ разстояніяхъ* отъ стекла, то изображеніе mn онаго, отодвинулось бы отъ стекла на 99 ю долю *фокуснаго разстоянія*. 3) При приближеніи предмета на удвоенное *фокусное* разстояніе, изображеніе будетъ въ *такомъ* же разстояніи за стекломъ, т. е. также на удвоенномъ фокусномъ разстояніи. 4) Когда предметъ будетъ помѣщенъ въ *самомъ фокусѣ*, тогда изображеніе вовсе *изчезнетъ*. Наконецъ, 5) если предметъ помѣстится ближе главнаго фокуса, то въ семъ случаѣ глазъ, приставленный позади стекла, увидитъ предметъ въ прямомъ и увеличенномъ видѣ, и онъ будетъ пред-

§ 105. Предъ употребленіемъ трубы, сперва выдвигаютъ трубочку Е (чер. 93) съ глазнымъ стекломъ, пока вышеупомянутыя нити не представятся наблюдателю черными и рѣзкими черточками; потомъ наведя трубу на какой либо весьма отдаленный предметъ, выдвигаютъ второе колѣно, пока не увидятъ его съ совершенною ясностію. Наконецъ перемѣщаютъ положеніе глаза предъ глазнымъ стекломъ, и смотрятъ, не кажутся ли нити вмѣстѣ съ движеніемъ головы также движущимися, или закрывающими различныя точки предмета. Если это явленіе, именуемое *параллаксомъ нитей*, дѣйствительно окажется, то тѣмъ означится, что сѣтка находится не на мѣстѣ, и надобно колѣно, содержащее въ себѣ оную, вдвинуть или выдвинуть: вдвинуть въ томъ случаѣ, когда съ движеніемъ головы вправо, нить кажется движущеюся на лѣво, а выдвинуть, когда съ движеніемъ головы на право, нить кажется движущеюся также направо. Словомъ, надлежитъ предъ употребленіемъ трубы установить трубочку съ глазнымъ стекломъ и сѣтку съ нитями, такимъ образомъ, чтобы во 1-хъ, *нити представлялись*

ставляться въ тѣмъ бо́льшемъ видѣ, чѣмъ стекло выпуклѣе. Стекла, употребляемыя съ сею цѣлію, называются *лупами* или *простыми микроскопами*.

Изъ сихъ началъ легко понять, что въ зрительныхъ трубахъ предметное стекло назначается съ тою цѣлію, чтобы лучи свѣта, исходящіе изъ какого либо предмета, преломившись образовали внутри трубы изображеніе онаго въ обратномъ видѣ; глазное же стекло не иное что, какъ *лупа* служащая для разсматриванія сего изображенія въ увеличенномъ видѣ. Сѣтка съ нитями должна быть помѣщена внутри трубы такъ, чтобы нити совпадали съ плоскостію изображенія. Она должна находиться на фокусномъ разстояніи отъ предметнаго стекла при разсматриваніи предметовъ отдаленныхъ, и быть отодвинутою далѣе, при визированіи трубою на предметы ближайшіе.

рѣзкими и черными черточками, во 2-хъ, *предметъ съ ясностію былъ усматриваемъ*, и наконецъ въ 3-хъ, *какое бы движеніе головою ни дѣлали, пересѣченіе нитей представлялось покрывающимъ одну и ту же точку предмета* (*).

§ 106. Главнѣйшее условіе, требуемое отъ кипрегеля, должно состоять въ томъ, чтобы при обращеніи трубы, *оптическая ось описывала плоскость перпендикулярную къ нижней поверхности линейки*, или что все тоже, къ той плоскости, на которую онъ поставленъ. Для выполненія этого условія, очевидно надлежитъ, во 1-хъ, *чтобы оптическая ось трубы была перпендикулярна къ оси вращенія трубы*, и во 2-хъ *чтобы ось вращенія была параллельна къ нижней поверхности линейки*.

Перпендикулярность оптической оси трубы къ оси ея вращенія, повѣряется слѣдующимъ образомъ: приведя мензульную доску въ положеніе совершенно горизонтальное и неподвижное, и поставя на нее кипрегель, наводятъ пересѣченіе нитей трубы на какой-нибудь весьма отдаленный и ясно видимый предметъ. По проведеніи остро очиненнымъ карандашемъ черты по всему краю

(*) Все сказанное въ семъ §, относится вообще до всѣхъ трубъ находящихся въ угломѣрныхъ снарядахъ. Предъ употребленіемъ же кипрегеля надобно, сверхъ того, привести отвѣсную нить въ направленіе отвѣсной плоскости, что достигается слѣдующимъ образомъ: пересѣченіемъ нитей трубы наводятъ на какую нибудь точку отдаленнаго предмета; послѣ того ослабивъ винтъ V (чер. 90) слегка возвышаютъ и понижаютъ трубу, и если верхняя и нижняя часть отвѣсной нити будетъ покрывать одну и туже точку предмета, то положеніе нити правильно; въ противномъ же случаѣ, надлежитъ поворотить всю трубочку содержащую сѣтку съ нитями и повторить это дѣйствіе. Само собою разумѣется, что при сей повѣркѣ, кипрегель долженъ быть поставленъ на мензульную доску, приведенную въ горизонтальное положеніе.

линейки, снимаютъ осторожно кипрегель, и приставивъ его съ другой стороны сей черты, переворачиваютъ трубу на пол-оборота; если при этомъ пересѣченіе нитей будетъ покрывать, какъ и прежде, тотъ же самый предметъ, то вышесказанная перпендикулярность существуетъ; въ противномъ же случаѣ, надлежитъ одну половину погрѣшности исправить винтами f и f' (чер. 92) передвигающими сѣтку внутри трубы, а другую микрометреннымъ винтомъ мензулы, и повторять повѣрку, доколѣ помянутое условіе не выполнится.

И въ самомъ дѣлѣ, если AdB (чер. 102) представляетъ первое положеніе кипрегеля, прямая lo направленіе оптической оси трубы наведенной на предметъ S, kd направленіе оси вращенія трубы, то при 2-мъ положеніи кипрегеля (т. е. когда край линейки будетъ приставленъ съ другой стороны черты AB) глазное стекло l, очевидно будетъ обращено къ предмету и будетъ находиться въ l', а оптическая ось приметъ направленіе $l'o'$ параллельное съ прежнимъ своимъ положеніемъ lo, равно какъ и ось движенія $d'k'$ съ dk, а потому, еслибы уг. $d'k'o'=dko$ былъ прямой, то по сдѣланіи полуоборота трубою, оптическая ось, которая опишетъ въ семъ случаѣ плоскость перпендикулярную къ оси вращенія $d'k'$, приняла бы направленіе $l'o'$, а наблюдатель визируя въ трубу, увидѣлъ бы пересѣченіе нитей закрывающимъ, какъ и прежде, предметъ S. Если же напротивъ уг. $d'k'o'$ не равенъ прямому, то оптическая ось $l'o'$ опишетъ коническую поверхность и приметъ направленіе $l''o''$. Требуемое же направленіе оси трубы получится, коль скоро она будетъ приведена въ положеніе прямой LO, дѣлящей уг. $o''k'l'$ пополамъ.

§ 107. По сдѣланіи сей повѣрки, легко можно будетъ

удостовѣриться, параллельна ли ось вращенія трубы къ нижней поверхности линейки, слѣдующимъ образомъ:

Укрѣпивъ мензульную доску (*) на штативѣ, наводятъ пересѣченіе нитей трубы на весьма возвышенную точку А предмета (чер. 106), наприм. на крестъ колокольни, находящейся въ недальнемъ разстояніи отъ наблюдателя; не сдвигая кипрегеля, наклоняютъ трубу и замѣчаютъ какую нибудь изъ лежащихъ внизу точекъ В, закрываемую пересѣченіемъ нитей. Послѣ того, оборотивъ какъ трубу на ея оси, такъ и весь кипрегель, наводятъ оптическую ось снова на прежнюю возвышенную точку А; если потомъ при пониженіи трубы, таже самая точка В будетъ закрыта пересѣченіемъ нитей, то положеніе оси вращенія правильно. Если же пересѣченіе нитей падетъ не на точку В, а на В′, тогда должно исправить положеніе оси вращенія, или оси колонны, такъ, чтобы пересѣченіе нитей закрывало точку, находящуюся по срединѣ между точками В и В′.

Легко понять причину вышесказаннаго дѣйствія. Въ самомъ дѣлѣ, пусть точка С будетъ мѣсто, занимаемое глазомъ наблюдателя, и САВ плоскость, описываемая оптическою осью трубы при 1-мъ положеніи кипрегеля: еслибы предположили, что колимаціонная плоскость кипрегеля перпендикулярна къ поверхности мензульной доски, а между тѣмъ по оборотѣ трубы и переложеніи кипрегеля, оптическая ось описала не плоскость САВ, но САВ′, то произошло бы, что чрезъ одну и ту же прямую СА проведены были двѣ плоскости САВ и САВ′ перпендикулярныя къ поверхности мензульной доски, что, какъ извѣстно изъ Геометріи, невозможно.

(*) Горизонтальность доски въ семъ случаѣ не требуется.

§ 108. Параллельность оси вращенія къ поверхности мензульной доски, можно повѣрить иначе, а именно:

Укрѣпивъ мензульную доску совершенно въ горизонтальномъ положеніи, наводятъ оптическую ось CA (чер. 103) трубы кипрегеля на возвышенный предметъ A. Между мензулою и симъ послѣднимъ помѣщаютъ горизонтально зеркало B, или (что еще лучше) налитую въ какомъ нибудь плоскомъ сосудѣ ртуть, а за неимѣніемъ оной, постное масло, наприм. деревянное. Мѣсто B должно быть выбрано такимъ образомъ, чтобы изъ C видимо было въ зеркалѣ изображеніе A′ предмета A. Послѣ того не сдвигая кипрегеля, наклоняютъ его трубу, наводя на B. Если пересѣченіе нитей будетъ закрывать точку A′, то колимаціонная плоскость будетъ перпендикулярна къ плоскости доски. Въ противномъ же случаѣ, встрѣтится надобность исправить положеніе колонны, пока вышесказанное не выполнится.

§ 109. Чтобы повѣрить проходитъ ли колимаціонная плоскость чрезъ край линейки, или по крайней мѣрѣ параллельна ли къ оному, поступаютъ какъ объяснено было на стр. 110. Впрочемъ условіе сіе необходимо въ томъ только случаѣ, когда при мензулѣ употребляется буссоль.

§ 110. Во всѣхъ кипрегеляхъ по сіе время сдѣланныхъ у насъ въ Россіи, колонна утверждена на линейкѣ въ положеніи неподвижномъ, и потому въ случаѣ непараллельности оси вращенія трубы къ поверхности линейки, или существованія *колимаціонной погрѣшности* (т. е. непараллельности колимаціонной плоскости съ краемъ линейки), не возможно бываетъ исправлять кипрегеля и даже употреблять его въ дѣйствіяхъ, требующихъ строгой точности. Недостатокъ сей исправленъ

нынѣ германскими художниками. Кипрегели ихъ различествуютъ отъ изготовляемыхъ у насъ въ Россіи тѣмъ, что колонна утверждается наглухо не къ самой линейкѣ кипрегеля, но къ особой мѣдной дощечкѣ ABC (чер. 105), которая прикрѣпляется къ ней тремя винтами *a*, *b*, *c*. На винты *a* и *b*, между дощечкою и линейкою надѣваются плоскія колечки, а подлѣ винта *c* ввинчивается въ дощечку винтъ *d*, выдающійся изъ нижней ея поверхности, на толщину колечка (чер. 110). Изъ сего описанія явствуетъ, что если винтъ *c* будетъ ослабленъ, а винтъ *d* привинченъ, или обратно, то конецъ *c* дощечки поднимется или опустится, а вмѣстѣ съ тѣмъ колонна наклонится либо въ ту, либо въ другую сторону, и такимъ образомъ доставится возможность привести ось вращенія трубы въ положеніе параллельное къ поверхности линейки.

Для исправленія же колимаціонной погрѣшности, дѣлаются тѣ два отверстія въ дощечкѣ ABC (чер. 105), въ которыя входятъ винты *a* и *c* не круглыми, но нѣсколько продолговатыми въ видѣ дугъ, имѣющихъ общій центръ на оси винта *b*. Въ края же дощечки, съ двухъ противоположныхъ сторонъ винта *a*, ввинчиваются два небольшіе винтика *m*, *m*. Очевидно, что отвинчивая одинъ изъ нихъ, и привинчивая другой, вся дощечка вмѣстѣ съ находящеюся на ней трубою будетъ поворачиваться на стержнѣ винта *b*, какъ на оси, и такимъ образомъ доставитъ возможность уничтожать колимаціонную погрѣшность.

§ 111. Въ заключеніе считаемъ полезнымъ присовокупить, что линейки кипрегелей должны быть шириною не менѣе $1\frac{3}{4}$ дюйм., толщиною не болѣе 1,5 линіи. Узкія и толстыя линейки неудобны тѣмъ, что онѣ лежатъ

не плотно на мензульной доскѣ, и отъ того весь кипрегель стоитъ не твердо, а въ особенности, когда доска нѣсколько крива. Тотъ край линейки, по коему проводятся карандашемъ линіи, долженъ быть непремѣнно скошенъ; въ противномъ случаѣ неудобно бываетъ проводить возлѣ самаго края черты, а еще труднѣе приставлять съ точностію край линейки, къ начерченнымъ на мензулѣ линіямъ (*). Если кипрегель сдѣланъ хорошо, и тщательно вывѣренъ, то онъ несравненно бываетъ удобнѣе простыхъ алидадъ, ибо не говоря уже о томъ, что доставляется имъ возможность направлять лучи зрѣнія на предметы весьма возвышенные, или внизу находящіеся (чего простою алидадою исполнить невозможно), одна изъ главнѣйшихъ выгодъ доставляемая симъ орудіемъ состоитъ въ томъ, что при употребленіи онаго, зрѣніе наблюдателя не утомляется, и что можно съ строгою точностію визировать на предметы весьма отдаленные и неясно видимые простыми глазами.

III. Дальномѣръ.

§ 112. *Дальномѣромъ* или *дистанцомѣромъ* (Distanzenmesser) называется вообще такой инструментъ, посредствомъ коего можно опредѣлять разстояніе до произвольной точки мѣстности, не сходя съ мѣста и потому не производя непосредственнаго измѣренія. Изъ многихъ инструментовъ такого рода, заслуживаетъ особенное вниманіе по простотѣ своего устройства, удобности

(*) У насъ въ Россіи, нѣкоторыми художниками, дѣлаются линейки въ кипрегеляхъ и даже въ простыхъ алидадахъ двойныя и съ микрометренными движеніями; но онѣ столь неудобны въ практикѣ, что не заслуживаютъ ни малѣйшаго вниманія.

и точности доставляемыхъ результатовъ, изобрѣтенный однимъ итальянскимъ инженеромъ. Его дальномѣръ, усовершенствованный нынѣ мюнхенскимъ художникомъ Эртелемъ, не иное чтое сть, какъ обыкновенный кипрегель, имѣющій внутри трубы, вмѣсто двухъ нитей (§ 104), сѣтку съ четырьмя нитями, изъ коихъ одна *ab* (чер. 100) натянута отвѣсно, а прочія три *mm'*, *cc'* и *nn'* горизонтально и почти въ равномъ разстояніи одна отъ другой.

Предположимъ, что точка O (чер. 98) есть центръ предметнаго стекла, *a* и *b* точки пересѣченія крайнихъ нитей съ отвѣсною: уголъ *a*O*b* будетъ постоянно одинаковъ, ибо разстояніе *ab* между нитями не измѣняется, равно какъ и разстояніе между сѣткою и предметнымъ стекломъ (*). Если эта труба будетъ наведена на вертикально стоящій шестъ, то его точки A и B, находящіяся на продолженіи линій *a*O и *b*O, будутъ казаться наблюдателю закрываемыми нитями (см. прим. на стр. 106). На какъ уголъ *a*O*b*, сходно съ вышесказаннымъ не измѣняется, то съ перестанавливаніемъ шеста съ одного мѣста на другое, часть AB, заключающаяся между продолженными боками сего угла, будетъ возрастать или уменьшаться пропорціонально разстоянію трубочки отъ шеста, т. е. AB : A'B'=O*g* : O*g'* Изъ сего можно заключить, что если часть AB шеста будетъ раздѣлена

(*) Хотя собственно говоря это несовершенно справедливо, ибо чѣмъ разсматриваемый предметъ ближе, тѣмъ далѣе нити должны быть отодвинуты отъ предметнаго стекла, (смот. прим. на стр. 112—113) однакоже, какъ никогда не встрѣтится надобности визировать трубою дальномѣра на предметы весьма близкіе, то и нити передвигаются не иначе, какъ на весьма малое разстояніе, а потому и уг. *a*O*b* безъ чувствительной погрѣшности можетъ быть всегда принимаемъ за постоянный.

на столько равныхъ между собою частей, сколько саженей заключается въ линіи Og, то по перенесеніи онаго въ точку B′, число частей, заключающихся между точками A′ и B′, закрываемыми нитями, изобразитъ число саженей въ разстояніи Og'.

§ 113. Въ практикѣ вмѣсто шеста берется брусъ шириною отъ 3 до 4-хъ дюймовъ, а длиною не короче 10 футовъ. Къ нижнему его концу придѣлывается желѣзный шпиль (чер. 94), чтобы можно было безъ затрудненія втыкать его въ землю. Для означенія же дѣленій на таковомъ брусѣ, именуемомъ *рейкою*, отмѣриваютъ цѣпью на мѣстности ровной и по возможности горизонтальной, линію во 100 саж., и становятъ въ одномъ концѣ сей линіи рейку, а въ другомъ мензулу съ дальномѣромъ. Наведя трубу послѣдняго на рейку, такъ чтобы нижняя нить покрыла предварительно означенную на ней вверху черту A, замѣчаютъ точку B, покрываемую верхнею нитью сѣтки (*). Потомъ длину AB дѣлятъ на 100 равныхъ частей, и покрываютъ ихъ чрезъ одну черною и бѣлою краскою. Точку A означаютъ нулемъ; каждыя за тѣмъ 10 дѣленій подписываютъ цифрами, которыя ставятъ на оборотъ (какъ изображено на чер. 94), для того, чтобы въ трубѣ онѣ представлялись въ прямомъ видѣ.

Для опредѣленія, съ помощію изготовленной такимъ образомъ рейки, разстоянія между двумя точками мѣстности, достаточно въ одной изъ нихъ поставить оную отвѣсно, а на другой мензулу съ дальномѣромъ, и на-

(*) Для означенія на рейкѣ сей точки B, полезно сдѣлать кольцо изъ темной бумаги, и надѣвъ его на рейку, передвигать, пока наблюдающій въ трубу не увидитъ его покрытымъ верхнею нитью.

ведя нижнюю нить сѣтки трубы на нуль дѣленія рейки, отсчитать какое именно дѣленіе покрывается верхнею нитью. Число дѣленій, умѣстившихся между сими нитями, изобразитъ искомое число саженей.

§ 114. Единственная невыгода описаннаго нами теперь дальномѣра состоитъ въ томъ, что съёмщикъ долженъ самъ означать на рейкѣ дѣленія. Мюнхенскій художникъ *Эртель*, для отвращенія такого неудобства, устраиваетъ сѣтку въ дальномѣрѣ съ передвижными нитями, и чрезъ то доставляетъ возможность при всякомъ инструментѣ употреблять рейку, на которой означены уже дѣленія, наприм. дюймовыя, или какой либо меньшей величины. Устройство его сѣтки есть слѣдующее: на металлическомъ кружкѣ КК (чер. 104) имѣющемъ по срединѣ круглое отверстіе, натягиваются только двѣ нити *cc'* и *ab*, одна горизонтально, а другая отвѣсно; другія же двѣ *mm'* и *nn'* на двухъ отдѣльныхъ пластинкахъ L, L, передвигающихся въ пазахъ помянутаго кружка. Обѣ сіи пластинки сближаются одна къ другой посредствомъ двухъ винтиковъ *p*, *p*, входящихъ въ оправу трубы, а раздвигаются стальною пружиною, подковообразнаго вида, какъ видно изъ чер. 104. Очевидно, что до употребленія дальномѣра съ сѣткою таковаго устройства, необходимо сперва отмѣрить цѣпью, на мѣстности ровной и почти горизонтальной, линію произвольной длины (наприм. саженей во 100): на одномъ концѣ поставить отвѣсно рейку, на коей предварительно означены дѣленія (подобно представленной на чер. 94), а на другомъ концѣ мензулу съ дальномѣромъ, и наведя трубу его на рейку такъ, чтобы отвѣсная нить покрыла оную, раздвигать или сдвигать обѣ крайнія нити (дѣйствуя винтиками *p*, *p*, чер. 104),

на столько, чтобы число дѣленій, умѣстившихся между ними, равнялось числу саженей, заключающемуся между рейкою и мензулою.

§ 115. Чер. 110 и 111 представляютъ дальномѣръ Эртеля съ двухъ сторонъ, уменьшеннымъ въ 6-ю долю настоящей величины. Линейка и колонна на ней находящаяся дѣлаются въ семъ дальномѣрѣ точно такъ, какъ объяснено нами было въ § 110. Главнѣйшее же различіе въ устройствѣ сего инструмента предъ обыкновеннымъ кипрегелемъ (§ 103), кромѣ сѣтки, о коей было говорено въ предшедшемъ §, состоитъ въ слѣдующемъ:

1) Ось вращенія трубы дѣлается длиннѣе цилиндра *ii*, вытачиваемаго изъ одного куска металла съ колонною. На выдающійся ея конецъ прикрѣпленъ наглухо секторъ, котораго дуга *k* раздѣлена на градусы. Нуль градуснаго дѣленія помѣщается на срединѣ сей дуги, а градусная подпись располагается отъ нуля въ обѣ стороны. Къ колоннѣ прикрѣпляется пластинка *m*, съ означенною черточкою, такимъ образомъ, чтобы сія послѣдняя находилась на нулѣ градусной подписи въ то время, когда оптическая ось трубы (§ 104) имѣетъ положеніе параллельное съ поверхностію линейки. Всё это дѣлается съ тою цѣлію, чтобы опредѣлять уголъ наклоненія луча зрѣнія, при наведеніи трубы на какой либо предметъ, когда кипрегель поставленъ на горизонтальную плоскость.

2) Кромѣ такого сектора, на выдающійся конецъ оси вращенія, надѣто кольцо *n*. Оно прикрѣпляется къ ней по произволу винтомъ *h* и дѣлается изъ цѣльнаго куска металла съ брускомъ *f*, конецъ коего придавливается стальною пружиною *e* къ винту *g*. Такимъ образомъ, когда винтъ *h* будетъ ослабленъ, тогда ось трубы полу-

чить въ кольцѣ свободное движеніе и потому можно будетъ трубу наклонять или возвышать по произволу; когда же онъ будетъ прикрѣпленъ, тогда дѣйствуя винтомъ *g* въ ту или другую сторону, труба будетъ наклоняться или возвышаться медленнымъ движеніемъ. По сей причинѣ, винтъ *g* мы будемъ впредь называть *микрометреннымъ* винтомъ трубы.

3) Зрительная труба состоитъ изъ двухъ колѣнъ, одно изъ другаго выдвигаемыхъ посредствомъ небольшой рукоятки M, обращающей шестерню (находящуюся въ оправѣ трубы), зубцы коей входятъ въ зубцы стальнаго брусочка *r*, придѣланнаго на глухо къ выдвигаемому колѣну. Сіе же послѣднее состоитъ изъ двухъ частей: во 1-хъ, изъ цилиндрической трубочки N, внизу коей привинченъ наглухо упомянутый брусочикъ съ зубцами, и во 2-хъ, трубочки B съ глазнымъ стекломъ, сдѣланной изъ цѣльнаго куска металла съ толстымъ кольцомъ *qq*, обхватывающимъ конецъ трубочки N и прикрѣпляемомъ къ сей послѣдней посредствомъ четырехъ винтиковъ. На сію трубочку B надѣто кольцо *pp*, которое непосредственно соединяется съ сѣткою внутри сей трубочки находящеюся; такимъ образомъ съ поворачиваніемъ или передвиганіемъ сего кольца, будетъ вмѣстѣ поворачиваться или передвигаться сѣтка, устройство коей описано въ § 114.

§ 116. Такъ какъ описанный нами теперь дальномѣръ Эртеля есть вмѣстѣ и кипрегель, то необходимо, чтобы онъ выполнялъ тѣ же самыя условія, о коихъ было говорено въ § 106. Но прежде чѣмъ приступятъ къ сдѣланію повѣрки, надобно привести сѣтку съ нитями въ приличное положеніе предъ глазнымъ стекломъ. Дальномѣръ ставятъ на мензульную доску, укрѣпленную не-

подвижно; наводятъ трубу на какой нибудь отдаленный предметъ, и обращая шестерню M, выдвигаютъ колѣно N, пока сей предметъ не представится наблюдателю съ совершенною ясностію. Если въ то же время нити будутъ видимы слабо, или хотя и видимы рѣзкими черными черточками, но съ перемѣщеніемъ глаза предъ предметнымъ стекломъ, кажутся закрывающими различныя точки предмета, то передвигаютъ кольцо *pp* впередъ или назадъ, пока вышесказанное не выполнится. При передвиганіи такимъ образомъ кольца, можетъ встрѣтиться надобность снова немного вдвинуть или выдвинуть всю трубочку съ глазнымъ стекломъ, пока параллаксъ нитей вовсе не исчезнетъ.

§ 117. Когда нити будутъ помѣщены въ приличное положеніе предъ глазнымъ стекломъ, тогда можно будетъ приступить къ повѣркѣ сего инструмента. Но здѣсь должно замѣтить, что какъ по короткости колонны, нельзя оборачивать трубы, то и самую повѣрку не возможно исполнять, какъ говорено было въ § 106, и потому совѣтуемъ сперва повѣрить, параллельна ли ось вращенія трубы съ поверхностію линейки, а потомъ, перпендикулярна ли сія ось къ оптической оси.

Повѣрка перваго условія пройзводится, руководствуясь изложеннымъ въ § 108, и если окажется, что оно не выполняется, то исправить (см. § 109) винтами *c* и *b* (чер. 105 и 110).

Для повѣрки же перпендикулярности оси вращенія къ оптической оси, должно поставить кипрегель на мензульную доску, приведенную въ горизонтальное положеніе, и навести пересѣченіе отвѣсной нити *ab* съ среднею *cd* (чер. 104) на повѣшенную не вдалекѣ веревку съ

грузомъ, или на край высокаго зданія (*). Послѣ того, дѣйствуя микрометреннымъ винтомъ g (чер. 111) трубы, то въ ту, то въ другую сторону, смотрѣть, будетъ ли точка пересѣченія упомянутыхъ нитей постоянно находиться на отвѣсной линіи. Если это выполняется, то оптическая ось будетъ перпендикулярна къ оси вращенія; въ противномъ же случаѣ, надобно исправить погрѣшность посредствомъ двухъ винтиковъ съ боковъ кольца qq находящихся, которыми можно по произволу передвигать въ сторону всю головку qB, заключающую глазное стекло вмѣстѣ съ нитями, на выдвигаемомъ колѣнѣ N.

§ 118. Въ заключеніе присовокупимъ нѣкоторыя практическія замѣчанія, касательно употребленія Эртелева дальномѣра:

1) Никогда не должно наклонять или возвышать трубы, не ослабивъ предварительно винта h (чер. 111); въ противномъ случаѣ произойдетъ такое поврежденіе, которое не легко исправить.

2) Всякій разъ, когда желаютъ измѣрить разстояніе этимъ инструментомъ, необходимо соблюдать слѣдующій порядокъ въ дѣйствіи: сперва навести трубу на поставленную рейку, такъ, чтобы отвѣсная нить ее покрыла; потомъ уничтожить параллаксъ нитей, дѣйствуя рукояткою шестерни M (чер. 110) (**), до тѣхъ поръ, по-

(*) Если въ это время отвѣсная нить окажется не покрывающею веревку или край зданія, то надобно повернуть съ осторожностію кольцо pp, не сдвигая его съ мѣста.

(**) Выдвиганіе малаго колѣна посредствомъ шестерни, надобно разсматривать какъ одно изъ важнѣйшихъ усовершенствованій сдѣланныхъ Эртелемъ въ дальномѣрѣ, ибо при измѣреніи разстояній симъ инструментомъ, по незначительности отдаленія рейки отъ наблюда-

ка съ перемѣщеніемъ глаза предъ глазнымъ стекломъ, нити будутъ казаться закрывающими однѣ и тѣже дѣленія рейки. Наконецъ, дѣйствуя микрометреннымъ винтомъ g, навести нижнюю нить на нуль дѣленія рейки, и отсчитать какое именно дѣленіе покрывается верхнею нитью (см. стр. 113).

3) Если разстояніе до рейки свыше 100 саж., то верхняя нить не будетъ покрывать ни одного дѣленія рейки, ибо дѣленіе означенное цифрою 10 помѣстится между верхнею и среднею нитями. Въ семъ случаѣ, по наведеніи нижней нити на нуль рейки, какъ сказано было выше, надобно отсчитать число дѣленій, помѣстившихся между нижнею и среднею нитями, а потомъ, дѣйствуя микрометреннымъ винтомъ g, навести среднюю нить на нуль дѣленія и отсчитать сколько дѣленій помѣстилось между нею и верхнею нитью. Сумма отсчитанныхъ частей изобразитъ искомое число саженей въ опредѣляемомъ разстояніи.

4) Точно такимъ же образомъ слѣдуетъ поступать, когда по наведеніи нижней нити на нуль дѣленія, неровность земли, или какіе либо предметы мѣстности, скрываютъ то дѣленіе рейки, которое долженствовало бы покрываться верхнею нитью.

5) Отсчитанное по вышесказанному число дѣленій рейки, выразитъ съ совершенною точностію искомое число саженей, въ томъ случаѣ, когда точка занимаемая рейкою, и мензула находятся въ одной и той же гори-

---

теля, всякій разъ встрѣчается надобность вдвигать или выдвигать колѣно съ сѣткою для уничтоженія параллакса нитей, что не легко исполнять въ трубахъ прежняго устройства, тогда какъ при употребленіи Эртелева инструмента, это дѣйствіе не продолжается болѣе одной минуты.

зонтальной плоскости. Въ противномъ же случаѣ, т. е. когда рейка находится на горѣ, а мензула при подошвѣ оной, или обратно, отсчитанное число дѣленій будетъ нѣсколько болѣе требуемаго числа саженей, и такая ошибка будетъ тѣмъ значительнѣе, чѣмъ косвеннѣе будетъ уголъ наклоненія трубы направленной на рейку (*). Величина же сей погрѣшности найдется съ помощію предлагаемой здѣсь таблицы: достаточно взятое изъ ней число, соотвѣтствующее углу наклоненія трубы, умножить на число отсчитанныхъ частей рейки; произведеніе выразитъ требуемую величину погрѣшности.

5°	0,01	10°	0,03	15°	0,07	20°	0,12
6	0,01	11	0,04	16	0,08	21	0,13
7	0,01	12	0,04	17	0,09	22	0,14
8	0,02	13	0,05	18	0,10	23	0,15
9	0,02	14	0,06	19	0,11	24	0,16

(*) Пусть точка O (чер. 113) есть мѣсто занятое кипрегелемъ, а прямая *ab* часть рейки закрываемая обѣими нитями. Еслибы направленіе оптической оси OS было горизонтальное, а потому перпендикулярное къ рейкѣ, то число частей, заключающихся въ *ab*, изобразило бы число саженей въ длинѣ OS; но если OS составляетъ съ горизонтальною линіею OD уг. SOD=θ, то для опредѣленія длины OS, слѣдовало бы поставить рейку въ положеніи *bc*, перпендикулярномъ къ OS, и отсчитать число частей заключающихся между лучами зрѣнія *a*O и *b*O. Это число частей, или длина *bc*, найдется изъ треуг-ка *abc*, въ коемъ уг. *abc*=SOD=θ, а уг. *acb* безъ чувствительной погрѣшности можно принимать равнымъ 90°, почему и будетъ $bc = ab.\cos\theta$. Но при измѣреніи разстоянія между O и S предстоитъ надобность знать не длину OS, но горизонтальное ея проложеніе, которое будетъ $OD = OS.\cos\theta$. Поелику же OS должно быть выражено въ саженяхъ, число коихъ равняется числу частей $bc = ab.\cos\theta$, то $OD = ab.\cos^2\theta$; или изобразивъ опредѣляемую длину OD чрезъ x, отсчитанное число частей въ *ab* чрезъ α, будетъ $x = \alpha.\cos^2\theta$. Вычтемъ теперь объ части сего уравненія изъ α, получимъ $\alpha - x = \alpha(1 - \cos\theta) = \alpha.\sin^2\theta$.

Наприм. положимъ, что уголъ наклоненія трубы равенъ 14° (см. стр. 123), а между крайними нитями отсчитано было 82 части. Изъ таблицы видимъ, что для 14° соотвѣтствуетъ 0,06. Посему умножаемъ 82 на 0,06 и въ произведеніи получаемъ 4,92 или = 5 (отбрасывая десятичную дробь). И такъ, ошибка простирается до 5 саженей, а потому искомое разстояніе будетъ не 82, но 77 саж.

Вотъ еще примѣръ: уголъ наклоненія трубы = 8°; число отсчитанныхъ частей рейки=142; изъ таблицы беремъ число 0,02, соотвѣтствующее 8°, и умножаемъ на 142; имѣемъ 142×0,02=2,84 или=3. И такъ, искомое разстояніе есть 142—3=139.

IV. Мензульная буссоль.

§ 119. *Мензульною буссолью* называется цилиндрическая коробка (чер. 76) закрываемая крышкою со стекломъ, имѣющая внутри высеребренное кольцо съ градуснымъ дѣленіемъ, а въ центрѣ сего послѣдняго шпиль, на коемъ обращается магнитная стрѣлка, подобно какъ въ буссоли съ діоптрами (см. § 64). Дно коробки выдается въ одну сторону и ограничивается прямою линіею *ab*, параллельною тому діаметру упомянутаго кольца, который проходитъ чрезъ 0° и 180° градусной подписи. Эта буссоль употребляется при производствѣ съёмки мензулою, съ троякою цѣлію, а именно:

Таково выраженіе величины погрѣшности, которая произошла бы всякой разъ, еслибы не стали обращать вниманіе на косвенное положеніе трубы. Предложенная здѣсь таблица представляетъ приближенныя величины $\sin^2\theta$, чемъ объясняется правило употребленія оной.

Во-1-хъ, *для приведенія мензульной доски въ такое положеніе, чтобы край ея находился по направленію магнитнаго* или *истиннаго меридіана* (*). Мензулу приводятъ посредствомъ уровня въ горизонтальное положеніе (§ 100); потомъ положивъ на нее буссоль, такъ, чтобы выдающійся ея край былъ параллеленъ съ краемъ доски, поворачиваютъ слегка сію послѣднюю, пока стрѣлка не приметъ направленія діаметра, проходящаго чрезъ 0^0 и 180^0 (или линіи, составляющей съ симъ діаметромъ уголъ равный склоненію стрѣлки, если требуется край доски привести по направленію истиннаго меридіана). Останется послѣ того доску укрѣпить въ семъ положеніи становымъ винтомъ (**).

Во 2-хъ, *для опредѣленія величины угла образуемаго магнитною стрѣлкою съ какою либо линіею взятою на мѣстности.* Мензулу ставятъ на одной изъ точекъ сей линіи и доску приводятъ въ горизонтальное положеніе. Послѣ того наведя алидаду (или кипрегель) по направленію данной линіи, приставляютъ къ краю линейки выдающійся край буссоли. Число градусовъ показываемое оконечностію магнитной стрѣлки выразитъ величину искомаго угла, ибо предполагаемъ, что колимаціонная плоскость алидады или кипрегеля параллельна тому краю линейки, который приставленъ къ выдавшемуся дну буссоли, а потому параллельна діаметру проходя-

---

(*) Таковое дѣйствіе извѣстно подъ именемъ *оріентированія мензулы посредствомъ буссоли.*

(**) Очевидно, что еслибы потребовалось привести доску въ такое положеніе, чтобы не край доски, но какая либо проведенная на мензулѣ линія приняла направленіе магнитнаго или истиннаго меридіана, то различіе въ дѣйствіи состояло бы только въ томъ, что край буссоли надлежало бы приставлять къ сей прямой.

щему чрезъ 0° и 180° дѣленія кольца (см. § 66).

Въ 3-хъ, *для провѣшенія линіи образующей при какой либо точкѣ, съ магнитнымъ, или истиннымъ меридіаномъ, данный уголъ, наприм.* въ 35° къ сѣверовостоку. Приведя на данной точкѣ мензульную доску въ горизонтальное положеніе и положивъ на нее буссоль, поворачиваютъ сію послѣднюю, пока діаметръ кольца, проходящій чрезъ 0° и 180° не приметъ въ отношеніи къ магнитной стрѣлки направленія, соотвѣтственно требуемому условію. Останется послѣ того, съ осторожностію приставить къ выдающемуся краю буссоли алидаду, или кипрегель, и провѣшить линію по направленію колимаціонной плоскости.

§ 120. Вообще должно замѣтить, что все изложенное въ §§ 67, 68, 69 и 70, касательно употребленія и повѣрки буссоли съ діоптрами, примѣняется къ мензульной буссоли, ибо діаметръ проходящій чрезъ 0° и 180° градуснаго дѣленія оной, есть линія параллельная колимаціонной плоскости алидады (или кипрегеля), когда край ея линейки будетъ приставленъ къ выдающемуся краю буссоли. Такимъ же образомъ, если требуется опредѣлить склоненіе магнитной стрѣлки, то слѣдуетъ поступать, какъ изложено было въ §§ 83—88, съ тою только разницею, что если его опредѣляютъ по 1-му способу (см. § 83), то не будетъ надобности вынимать изъ буссоли магнит. стрѣлку, какъ сказано было на стр. 87, но достаточно край мензульной буссоли приставить къ начерченной полуденной линіи, и отсчитать число градусовъ, показываемыхъ магнитною стрѣлкою. Если же склоненіе желаютъ опредѣлить по другимъ двумъ способамъ (§§ 85 и 87), то встрѣтится надобность привести мензульную доску въ горизонтальное положе-

ніе, на мѣстѣ прилично выбранномъ (см. § 86), направить алидаду или кипрегель на центръ солнца при его захожденіи или восхожденіи, какъ сказано было на стр. 90 и 93, а потомъ приставить выдающійся край буссоли къ линейкѣ, и отсчитать число градусовъ, показываемыхъ стрѣлкою.

С. Употребленіе мензулы.

§ 121. Мы уже говорили (§ 92), что главнѣйшее преимущество мензулы предъ прочими угломѣрными инструментами, заключается въ томъ, что горизонтальныя проложенія угловъ между точками мѣстности опредѣляются симъ орудіемъ прямо графически на бумагѣ. Въ этомъ убѣдиться не трудно, ибо пусть A, B, C (чер. 109) будутъ три точки взятыя на мѣстности: если надъ точкою A поставимъ мензулу, доску коей укрѣпимъ въ положеніи горизонтальномъ, и если вообразимъ, что чрезъ точки A, C и A, B, проведены отвѣсныя плоскости, то въ пересѣченіи ихъ съ поверхностію доски получится прямолинейный уголъ, который представитъ требуемое горизонтальное проложеніе угла, образуемаго линіями, направленными съ точки стоянія на данные предметы. Для начерченія же его на мензульной бумагѣ, достаточно будетъ, по означеніи на ней положенія точки *a*, находящейся отвѣсно надъ точкою A (*), приставить

(*) Для означенія на мензулѣ точки находящейся отвѣсно надъ данною на землѣ, или для установленія мензулы такимъ образомъ, чтобы данная на доскѣ точка находилась отвѣсно надъ соотвѣтствующею на землѣ, употребляется особое орудіе, называемое *вилкою* (чер. 97). Это не иное что, какъ два бруска *ab*, *cd*, пе

край линейки алидады (или кипрегеля) къ сей точкѣ, направить колимаціонную ея плоскость сперва на предметъ C, а потомъ на предметъ B, и послѣ каждаго наведенія алидады (или кипрегеля), провести карандашемъ по краю линейки линіи *ac* и *ab*; уголъ *bac* будетъ требуемый, ибо

во 1-хъ, если въ алидадѣ или кипрегелѣ колимаціонная плоскость проходитъ чрезъ край линейки, то прямыя *ac*, *ab*, изобразятъ самыя пересѣченія отвѣсныхъ плоскостей ZAC, ZAB съ плоскостію доски;

во 2-хъ, если же колимаціонная плоскость не проходитъ чрезъ край линейки, то предположивъ, что *ab*, *ac*, (чер. 112) изображаютъ на бумагѣ линіи, проведенныя по краю линейки, а *ab'* *ac'*, сѣченія поверхности доски съ колимаціонными плоскостями, направленными на предметы B, C, очевидно получится уголъ *bac* равный углу *b'ac'*, ибо углы *bab'* и *cac'* между собою равны. Изъ сего явствуетъ, что точность опредѣленія угловъ на мензулѣ нисколько не зависитъ отъ того, проходитъ ли колимаціонная плоскость чрезъ край линейки, или нѣтъ, и что въ выполненіи этого условія встрѣчается надобность единственно тогда, когда желаютъ съ строгостію опредѣлить уголъ, составляемый линіею на мѣстности съ магнитнымъ меридіаномъ, руководствуясь изложеннымъ въ § 119, 2-е.

§ 122. При опредѣленіи угловъ мензулою, по большей части случается, что бокъ *ab* (чер. 109) опре-

---

равной длины, соединенные одинъ съ другимъ. Къ нижнему бруску *cd*, подъ оконечностію *a* другаго, привязывается нить съ отвѣсомъ. Употребленіе оной не требуетъ поясненія. Впрочемъ нынѣ эта вилка выходитъ изъ употребленія, ибо всегда можно обойдтиться безъ оной, становя мензулу на глазъ.

дѣляемаго угла и его вершина *a* предварительно означены на мензульной бумагѣ. Въ семъ случаѣ дѣйствіе располагается слѣдующимъ образомъ:

1) Поставя мензулу на точкѣ A, и ослабивъ становой винтъ, поворачиваютъ доску такимъ образомъ, чтобы проведенная на бумагѣ линія *ab* находилась приближенно въ направленіи отвѣсной плоскости, проходящей чрезъ соотвѣтствующія точки A, B, мѣстности.

2) Повѣряютъ посредствомъ вилки, или просто на глазъ, находится ли точка *a* отвѣсно надъ точкою A, и если нѣтъ, то передвигаютъ мензулу, доколѣ это не выполнится.

3) Посредствомъ уровня приводятъ доску въ горизонтальное положеніе.

4) Приставя край линейки алидады (или кипрегеля) къ линіи *ab*, поворачиваютъ доску, пока предметъ C не будетъ видимъ въ отверстіи діоптра (или въ полѣ трубы); послѣ того, укрѣпивъ доску становымъ винтомъ, дѣйствуютъ микрометреннымъ, пока нить съ точностію не покроетъ предмета. Приведеніе мензулы въ такое положеніе называется *оріентированіемъ* оной (*).

5) Приставивъ край линейки алидады или кипрегеля къ точкѣ *a*, поворачиваютъ его около сей точки, пока нить діоптра (или точка пересѣченія нитей трубы), не будетъ съ точностію покрывать предмета C (**). Останется послѣ того провести по краю линейки черту *ac*.

(*) Подъ *оріентированіемъ* мензулы, собственно говоря, должно разумѣть приведеніе ея доски въ такое положеніе, чтобы линіи соединяющія различныя точки плана, начерченнаго на мензульной бумагѣ, были параллельны соотвѣтствующимъ на землѣ.

(**) Прежде для удобнѣйшаго поворачиванія алидады около данной

§ 123. Если дана на мѣстности линія AB (чер. 114), и требуется провѣшить линію AC, составляющую съ нею данный уголъ, то надобно сперва начертить на мензулѣ посредствомъ транспортира, или таблицы хордъ (§ 13), уголъ *c'ab* равный требуемому, потомъ поставя ее на точкѣ A и оріентируя по линіи *ab* (какъ сказано въ предшедшемъ §), приставить край линейки къ линіи *ac'*; останется поставить вѣху C по направленію луча зрѣнія, опредѣляемаго діоптрами или кипрегелемъ.

Такимъ же образомъ надлежитъ поступать при возставленіи мензулою на мѣстности перпендикуляра къ данной линіи.

Приступимъ теперь къ изложенію различныхъ способовъ опредѣлять положеніе точекъ мензулою. Здѣсь

на мензулѣ точки, всегда втыкали въ сію послѣднюю отвѣсно весьма тонкую иглу съ сургучною головкою. Но нынѣ, при дѣйствіяхъ требующихъ строгой точности, иглы болѣе не употребляются, по двумъ причинамъ, во 1-хъ, потому, что алидада (особенно же когда она сдѣлана массивно), съ какою бы осторожностію ни была поворачиваема около иглы, наклоняетъ ее въ сторону, отъ чего повреждается планъ; во 2-хъ, потому, что всякая линія проводимая карандашемъ возлѣ края линейки есть касательная къ иглѣ, а не прямая проходящая чрезъ ея центръ, т. е. данную на мензулѣ точку, что производитъ ошибки въ положеніи опредѣленныхъ на планѣ точекъ. Къ этому можно присовокупить, что наведеніе алидады или кипрегеля чрезъ данную на мензулѣ точку, вовсе не затруднительно безъ помощи иглъ. Малый навыкъ покажетъ съёмщику надобность сперва наводить алидаду на предметъ, не соблюдая, чтобы край линейки проходилъ чрезъ данную точку, а потомъ придерживая концы линейки обѣими руками, придвигать ее къ означенной точкѣ, параллельно данному ей положенію. Если по исполненіи этого окажется, что колимаціонная плоскость не проходитъ чрезъ требуемый предметъ, то должно поворачивать линейку не иначе, какъ придерживая опять оба ея конца руками, и передвигая одинъ конецъ вправо, а другой влѣво.

отличимъ два случая: когда точка опредѣляется а) *по двумъ даннымъ, и* b) *по тремъ даннымъ.*

а) *Опредѣленіе точки по двумъ даннымъ.*

§ 124. Пусть A и B будутъ двѣ точки на поверхности земли, *a* и *b*, положеніе ихъ на мензулѣ: требуется опредѣлить на сей послѣдней положеніе точки C.

Здѣсь могутъ встрѣтиться слѣдующіе случаи:

1) *Когда мензулу можно ставить на обѣихъ данныхъ точкахъ* A и B (чер. 114).

Ориентировавъ мензулу сперва на одной изъ нихъ, наприм. A, руководствуясь изложеннымъ въ § 122, по линіи *ab*, направляютъ алидаду чрезъ точку *a* на точку C, и проводятъ на бумагѣ неопредѣленную линію *ac'*. Послѣ того мензула переносится на точку B, гдѣ по ориентированіи оной по той же линіи *ab*, направляютъ алидаду чрезъ точку *b* на точку C, и проводятъ по краю линейки черту *bc*. Пересѣченіе сей послѣдней съ прямою *ac'* опредѣлитъ положеніе искомой точки *c*, что явствуетъ изъ подобства треугольниковъ *abc*, ABC, какъ имѣющихъ углы A, *a* и B, *b* соотвѣтственно равные.

Сей способъ опредѣленія точекъ (называемый *засѣчкою впередъ*), очевидно можетъ быть примѣненъ къ опредѣленію вдругъ нѣсколькихъ точекъ D, E, F...., ибо для сего надлежитъ, какъ изъ точки стоянія A, такъ изъ точки B, послѣдовательно направлять алидаду на всѣ опредѣляемыя точки; пересѣченія соотвѣтствующихъ линій опредѣлятъ положеніе искомыхъ точекъ (*).

2) *Когда мензулу можно поставить только на одной изъ данныхъ точекъ, наприм.* A, *и на опредѣляемой точкѣ* C (чер. 115).

(*) Сей способъ, между прочимъ, употребляется для опредѣленія

По оріентированіи мензулы на точкѣ A (см. § 122) и по проведеніи неопредѣленной линіи *ac'*, подобно какъ въ предшедшемъ случаѣ, мензулу переносятъ на точку C. Здѣсь должно ее поставить такимъ образомъ, чтобы по приведеніи доски въ горизонтальное положеніе, и по оріентированіи мензулы по линіи *ac'*, искомая точка (положеніе коей по приближенію можно всегда принимать извѣстнымъ), находилась отвѣсно надъ точкою C. Останется потомъ направить алидаду чрезъ точку *b* на B. Прямая *bc'* проведенная по краю линейки, въ пересѣченіи съ *ac'* опредѣлитъ положеніе требуемой точки *c*, ибо треугольники *abc*, ABC, подобны по причинѣ равенства угловъ *a*, A и *c*, C.

Сей способъ опредѣленія точки, называемый *обратною* или *боковою засѣчкою*, подобно какъ и предшествующій, весьма употребителенъ въ практикѣ. Еслибы потребовалась надобность опредѣлить не одну точку C, но нѣсколько другихъ, наприм. D, E, F....., то надлежало бы изъ первой точки стоянія A, визировать алидадою на всѣ сіи точки, а потомъ переѣдя на C и означивъ положеніе точки *c* обратною засѣчкою, опредѣлить всѣ прочія засѣчками впередъ.

разстояній между неприступными точками. Въ самомъ дѣлѣ, если линія AB (чер. 114) измѣрена цѣпью и длина ея отложена на мензулѣ, то по опредѣленіи положенія точекъ C, D, E, какъ сказано было выше, достаточно измѣрить на планѣ, съ помощію масштаба, разстоянія между соотвѣтствующими. Найденное такимъ образомъ число саженей, изобразитъ длину разстояній не между самыми точками мѣстности, но между горизонтальными ихъ проложеніями, что составляетъ одну изъ существеннѣйшихъ выгодъ опредѣлять положеніе точекъ засѣчками.

3) *Когда не возможно поставить мензулы ни на одной изъ данныхъ точекъ* A и B, но можно выбрать для точки стоянія *промежуточную между ними,* наприм. D (чер. 116).

Выбравъ произвольную точку D, находящуюся на линіи AB, руководствуясь изложеннымъ на стр. 20, ставятъ на ней мензулу, такимъ образомъ, чтобы по приведеніи доски въ горизонтальное положеніе, и по приставленіи края линейки къ данной *ab*, лучь зрѣнія, опредѣляемый діоптрами (или трубою) проходилъ чрезъ данные пункты A и B (*). Потомъ алидада направляется на пунктъ C, чрезъ произвольно взятую на прямой *ab* точку *d'*, и проводится черта *d'c'*. Мензула переносится на C, а въ точкѣ D втыкается вѣха. На сей 2-й точкѣ стоянія, по приведеніи доски въ горизонтальное положеніе, прикладывается алидада къ прямой *d'c'*, и горизонтальнымъ обращеніемъ доски, діоптры наводятся на вѣху D, при чемъ необходимо соблюдать, чтобы точка C находилась отвѣсно подъ чертою *d'c'*. Поелику въ семъ положеніи мензула будетъ оріентирована, ибо не взирая на произвольный выборъ на доскѣ точки *d'*, по равенству угловъ ADC и *ad'c'*, прямая *ab* будетъ параллельна линіи AB, то для опредѣленія положенія искомой точки, останется направить алидаду чрезъ точку *a* на A, а потомъ чрезъ точку *b* на B. Точка *c* пересѣченія прямыхъ *ac*, *bc*, очевидно изобразитъ требуемую (**).

(*) При оріентированіи такимъ образомъ мензулы, можетъ встрѣтиться надобность переставлять нѣсколько разъ оную, или по крайней мѣрѣ передвигать доску на штативѣ.

(**) Очевидно такимъ же образомъ поступили бы въ томъ случаѣ, когда для 1-й точки стоянія, была бы выбрана не промежуточная точка D, но находящаяся на продолженіи линіи AB.

Еслибы пожелали опредѣлить на мензулѣ положеніе точки D, то надлежало бы только направить алидаду чрезъ *c* на D и провести прямую *cd*. Точка *d* пересѣченія съ *ab*, очевидно изобразила бы положеніе искомой.

Наконецъ, еслибы потребовалось, въ разсматриваемомъ нами случаѣ, опредѣлить нѣсколько другихъ точекъ E, F,.... то по опредѣленіи точки *c*, руководствуясь вышесказаннымъ, и по проведеніи линій, *ce cf*...., достаточно будетъ перейдти съ мензулою на одну изъ точекъ E, F,.... и опредѣлить ея положеніе обратною засѣчкою съ одной изъ данныхъ A или B (по 2-му способу), а всѣ остальныя засѣчками впередъ.

4) *Когда невозможно поставить мензулы не токмо ни на одной изъ данныхъ* A или B, *но даже и на прямой линіи* AB *ихъ соединяющей* (чер. 117).

Для рѣшенія сего случая, выбираютъ предварительно точку D, изъ коей бы обѣ данныя точки A и B и опредѣляемая C были видимы, и поставя на ней мензулу, оріентируютъ ее на глазъ. Положимъ, что данная линія приметъ положеніе *ab* непараллельное съ AB. Взявъ алидадою направленія чрезъ точки *a*, *b*, на соотвѣтствующія имъ A, B, получится въ пересѣченіи точка *d*, къ коей приставивъ алидаду берется направленіе *dc'* на C. Послѣ того, перепеся мензулу на C и по оріентированіи оной по линіи *c'd* на прежній пунктъ D, направляютъ алидаду чрезъ *b* на B, а потомъ, чрезъ означившуюся точку *c'* пересѣченія на A. Прямая *c'x*, проведенная по краю линейки съ прежде проведенною *da* составитъ треуг. *c'dx* подобный треуг-ку DCA (ибо уг. *xc'd*=ACD, и уг. *c'dx*=CDA), и потому будетъ пропорція:

$$xd : AD : : c'd : CD.$$

Изъ подобныхъ же треугольниковъ $bc'd$ и BCD (ибо уг. $bc'd$=BCD и bdc'=BDC) имѣемъ:

$$bd : \mathrm{BD} :: c'd : \mathrm{CD},$$

откуда получимъ

$$xd : \mathrm{AD} :: bd : \mathrm{BD}.$$

Но какъ углы xdb и ADB, заключающіеся между боками входящими въ сію пропорцію, между собою равны, то треугольники xdb, ADB, будутъ подобны, а слѣд. и линія xb параллельна съ линіею AB.

И такъ, если приставимъ край линейки къ прямой xb, и замѣтимъ какіе предметы Y, Y′ въ полѣ, будутъ находиться по направленію колимаціонной плоскости алидады, или за неимѣніемъ таковыхъ предметовъ, если поставимъ въ этомъ направленіи вѣхи, то отвѣсная плоскость ими опредѣляемая будетъ параллельна таковой же плоскости, проходящей чрезъ A, B; такимъ образомъ получится возможность оріентировать мензулу, ибо достаточно будетъ приставить край линейки къ прямой ab и микрометреннымъ винтомъ поворотить мензульную доску, такъ, чтобы колимаціонная плоскость совпадала съ плоскостію YY′. Останется послѣ того направить алидаду сперва чрезъ точку a на A, а потомъ чрезъ b на B, и такимъ образомъ положеніе точки C стоянія опредѣлится обратною засѣчкою.

б) *Опредѣленіе точки по тремъ даннымъ.*

§ 125. Въ мензульной съёмкѣ не рѣдко встрѣчается надобность опредѣлять положеніе такой точки стоянія, на которую предварительно ни изъ одной данной точки не наводили алидаду. Въ семъ случаѣ необходимо, чтобы изъ сей точки стоянія были видимы по крайней мѣ-

рѣ три точки, положеніе коихъ на мензулѣ уже опредѣлено (*). Для рѣшенія сего вопроса, извѣстнаго подъ именемъ *Потенотовой задачи*, имѣются многіе способы, болѣе или менѣе удобные въ практикѣ. Простѣйшій изъ нихъ есть слѣдующій:

Предположимъ, что A, B, C, (чер. 108) суть три точки на поверхности земли; *a*, *b*, *c*, (чер. 107) положеніе ихъ на мензулѣ, и наконецъ D (чер. 108) опредѣляемая точка. Мензулу ставятъ на сей послѣдней, и доску укрѣпляютъ въ произвольномъ, но горизонтальномъ положеніи. На доску кладутъ листъ прозрачной (или восковой) бумаги, и чрезъ точку *x*, лежащую на немъ отвѣсно надъ точкою D, направляютъ послѣдовательно алидаду на данные пункты A, B, C, соблюдая, чтобы листъ бумаги, въ продолженіи сего дѣйствія не сдвинулся съ своего мѣста. Проведя карандашемъ прямыя, xa', xb', xc', по краю линейки, алидаду снимаютъ, а листъ передвигаютъ на мензульной доскѣ, пока начерченныя прямыя не будутъ проходить чрезъ данныя на доскѣ точки *a*, *b*, *c*, какъ представлено на чер. 107. Останется послѣ того наколоть точку *x*, чрезъ что и означится на мензулѣ положеніе требуемой точки *d*.

§ 126. Вотъ другой способъ рѣшенія той же задачи, весьма удобный въ практикѣ:

Пусть точка D стоянія находится внутри треуг-ка

(*) Хотя въ § 124, въ 3-мъ и 4-мъ случаяхъ, и показаны были способы опредѣлять положеніе точки по двумъ даннымъ, когда ни на одной изъ сихъ послѣднихъ не можно было становить мензулы, однако же должно замѣтить, что въ сихъ случаяхъ встрѣчалась надобность выбирать предварительно вспомогательную точку стоянія D (чер. 116 и 117), что въ практикѣ часто бываетъ неудобно и даже невозможно.

ABC (чер. 118). Изобразимъ величину угла CDB буквою α, а величину угла ADC буквою β. Цѣль рѣшенія задачи состоитъ въ отысканіи на планѣ положенія такой точки d (чер. 119), при коей бы уг. cdb равнялся α, а уг. $adc=\beta$. Предположимъ, что задача рѣшена, т. е. что эта точка d найдена. Еслибы чрезъ точки a, d, b провели кругъ, а чрезъ точки c, d, прямую cm, и наконецъ прямыя am, bm, то получился бы уг. $abm=adm$, а уг. $bam=bdm$ (какъ измѣряющіеся равными дугами). Но уг. $abm=180^0-abb'$, $adm=180^0-adc$; посему $abb'=adc=\beta$. Такимъ же образомъ докажется, что уг. $baa'=bdc=\alpha$.

Изъ сего явствуетъ, что еслибы на правомъ концѣ линіи ab, начерченъ былъ уг. abb' равный углу CDA$=\beta$, лежащему при точкѣ D слѣва, а при лѣвомъ концѣ той же прямой, уг. baa' равный углу CDB$=\alpha$ находящемуся при D справа, то искомая точка d находилась бы на прямой cm, соединяющей вершину c съ точкою m пересѣченія продолженныхъ прямыхъ bb', aa'; для опредѣленія же самаго положенія сей точки d, останется чрезъ точку a провести прямую, пересѣкающую cm подъ угломъ adc равнымъ углу β (см. стр. 12); точка d пересѣченія изобразитъ требуемую.

Предложенный нами теперь пріемъ опредѣленія на планѣ точки d, достаточенъ, когда углы ADC и CDB выражены въ градусахъ; но въ мензульной съёмкѣ поступаютъ слѣдующимъ образомъ: поставя мензулу на точкѣ D и приложивъ алидаду къ линіи ab, движеніемъ доски наводятъ ее на точку B, а потомъ укрѣпивъ доску, чрезъ точку a направляютъ алидаду на точку C. Проведя по краю линейки черту $a'am$, получится уг. $a'ab$=CDB. Послѣ того приложивъ опять алидаду къ ab, движеніемъ мензульной доски наводятъ ее на пунктъ A,

а потомъ укрѣпивъ доску направляютъ алидаду чрезъ b на C. Прямая $b'bm$ проведенная возлѣ края линейки, дастъ уг. abb'=углу ADC, а въ пересѣченіи съ $a'am$, точку m. Наконецъ проведя прямую cm и приложивъ къ ней алидаду, движеніемъ доски наводятъ ее на пунктъ C. Въ семъ положеніи доска будетъ оріентирована, и потому останется направить алидаду чрезъ точку a на A, или чрезъ b на B: черта проведенная по краю линейки въпересѣченіи съ cm, опредѣлитъ требуемую точку d.

Мы предполагали, что точка D стоянія, находится внутри треуг-ка ABC, при чемъ сумма угловъ ADC и CBD (которые мы будемъ какъ и прежде означать чрезъ β и α), будетъ $> 180^\circ$. Но здѣсь слѣдуетъ замѣтить, что во 1-хъ, еслибы точка стоянія находилась на линіи AB, наприм. въ $D^{(1)}$ (чер. 118), тогда $\alpha+\beta=180^\circ$, а потому поступая по вышесказанному, прямыя aa' и bb' (чер. 120) были бы между собою параллельны. Слѣд. точка d опредѣлится, если проведемъ прямую cd къ нимъ параллельную. Въ мензульной съёмкѣ сей случай рѣшается весьма просто, а именно: приставя алидаду къ линіи ab, мензула оріентируется, какъ сказано было на стр. 138: потомъ искомая точка d опредѣлится обратною засѣчкою, направивъ алидаду чрезъ c на точку C.

Во 2-хъ, если точка стоянія находится внѣ треуг-ка ABC (чер. 118), но внутри круга, проходящаго чрезъ точки A, B, C, какъ наприм. въ $D^{(2)}$, тогда $\beta>$ABC, а $\alpha>$BAC; посему aa' и bb' (чер. 121) пересѣкутся внѣ треуг-ка abc, но въ положеніи противоположномъ 1-му случаю.

Въ 3-хъ, если точка стоянія будетъ взята на окружности упомянутаго круга, какъ наприм. въ $D^{(3)}$ (чер. 118), тогда $\alpha =$ CAB, $\beta =$ CBA; посему aa' и bb' (чер. 121)

пойдутъ по направленію *ac* и *bc*, а точка *m* совпадетъ съ точкою *c*. Случай невозможный для рѣшенія.

Въ 4-хъ, если точка стоянія будетъ взята внѣ круга противу какого-либо бока, наприм въ $D^{(4)}$ (чер. 118), тогда α=CAB, β=CBA, и потому *aa'* и *bb'* (чер. 122) лягутъ внутри треуг-ка *cab*.

Наконецъ въ 5-хъ, если точка стоянія будетъ взята внѣ круга и внутри угла, образуемаго продолженными боками треуг-ка ABC, какъ наприм. въ $D^{(5)}$ (чер 118), тогда линіи *aa'* и *bb'* (чер. 123) пересѣкутся внѣ треуг-ка *abc*, подобно какъ въ 1-мъ случаѣ.

Ясно, что выгоднѣйшіе случаи для опредѣленія точки по сему способу, суть первый и послѣдній, ибо во всѣхъ прочихъ, линія *cm* будетъ по большей части весьма коротка, а потому не удобна для точнаго оріентированія мензулы.

§ 127. Когда на мензулѣ направленіе магнитнаго или истиннаго меридіана уже означено, тогда положеніе точки стоянія D (чер. 146) по тремъ даннымъ A, B, C, опредѣлится скорѣе, хотя и не съ такою точностію, ибо достаточно будетъ поставить мензулу на точкѣ D, и по оріентированіи оной по буссоли (какъ сказано было въ § 119, 1) направлять алидаду послѣдовательно, чрезъ *a*, *b* и *c*, на A, B и C. Линіи *ad*, *bd*, *cd* проведенныя по краю линейки пересѣкутся въ одной точкѣ *d*, которая и означитъ положеніе требуемой. Къ сожалѣнію оріентированіе мензулы посредствомъ буссоли не имѣетъ строгой точности, а потому не всегда можетъ случиться чтобы упомянутыя линіи пересѣклись въ одной и той же точкѣ (*).

(*) Если мензула не оріентирована, или оріентирована не съ совершенною точностію, то линіи проведенныя по краю линейки

§ 128. Въ заключеніе считаемъ полезнымъ присовокупить, что для доставленія дѣйствію опредѣленія

чрезъ три данныя точки *a, b, c,* на соотвѣтствующіе имъ пункты мѣстности, въ взаимномъ пересѣченіи, составятъ малый треу-къ *kmn* (чер. 99), именуемый *треугольникомъ погрѣшности*. Положеніе точки *d* стоянія, будетъ находиться *внутри* такого треугольника погрѣшностей если онъ образовался *внутри* даннаго *треу-ка abc* (какъ № 1): *внѣ* треуг-ка *kmn*, *подлѣ бока km*, образовавшагося отъ визированія на среднюю точку *c*, если сей треуг. находится *внѣ* даннаго треуг-ка *abc*, но *внутри круга описаннаго около* онаго (какъ № 2), или *внутри угла*, образуемаго продолженными его боками (какъ № 3); наконецъ *внѣ* треуг-ка *kmn*, *противу его* угла *n*, образуемаго линіями визированія на крайнія точки *a, b*, коль скоро треуг. *kmn*, погрѣшностей находится внѣ круга проходящаго чрезъ *a, b, c*, но противу какого нибудь бока даннаго треуг-ка (какъ № 4).

Во всѣхъ сихъ 4-хъ случаяхъ разстоянія искомой точки *d*, отъ боковъ треуг-ка погрѣшностей, будутъ соотвѣтственно пропорціональны разстояніямъ сей точки отъ данныхъ точекъ *a,b,c*, или что все равно, еслибы предположили, что положеніе искомой точки *d* найдено (чер. 101), и что изъ ней опущены перпендикуляры *dp*, *dq*, и *dr* на *kn*, *km*, треуг-ка погрѣшностей, то произойдетъ пропорція:

$$dp : db = dq : dc = dr : da.$$

Это даетъ легкое средство опредѣлять по приближенію положеніе точки по тремъ даннымъ. Дѣйствительно, когда треуг. погрѣшностей *kmn* образовался, то, въ слѣдствіе вышеизложеннаго, съ перваго взгляда можно узнать, будетъ ли искомая точка находиться внутри сего треуг-ка, или внѣ подлѣ его бока, или наконецъ внѣ и противу его угла. Означивъ такимъ образомъ на глазъ положеніе искомой точки, измѣрятъ отъ ней циркулемъ разстояніе до *b, c* и *a*. Положимъ, что сіи разстоянія оказались въ содержаніи чиселъ 1, 2 и 1½. Останется послѣ того, наколоть точку *d*, такъ чтобы разстоянія оной отъ боковъ *kn*, *km* и *mn*, или что все равно, длины перпендикуляровъ *dp*, *dq*, *dr*, находились въ содержаніи тѣхъ же самыхъ чиселъ, т. е. чтобы *dp* было вдвое менѣе *dq*, и въ полтора раза менѣе *dr*. Еслибы сія точка была выбрана удачно, то приложивъ алидаду къ *d* и къ одной изъ данныхъ, наприм. *a*, и по оріентированіи мензулы, линіи направленныя чрезъ другія двѣ точки *b* и *c* на соотвѣтствующіе имъ пункты мѣстности, пересѣклись бы въ одной и той же точкѣ *d*. Въ противномъ случаѣ

точекъ мензулою, строгой точности, необходимо должно соблюдать слѣдующія правила:

1) Всѣ линіи проводить карандашемъ, очиненнымъ весьма остро и возлѣ самаго края линейки.

2) Всѣ линіи, по которымъ предвидится надобность въ послѣдствіи оріентировать мензулу, протягивать сколь возможно длиннѣе, или что еще лучше, концы таковыхъ линій означать на краяхъ мензульной доски, дабы на слѣдующихъ точкахъ стоянія, при оріентированіи мензулы, имѣть возможность прикладывать алидаду со всею точностію къ проведенной линіи. Эта предосторожность въ особенности важна, ибо главнѣйшія погрѣшности въ опредѣленіи точекъ происходятъ отъ того, что мензула оріентируется не съ строгою точностію.

3) Избѣгать тѣхъ засѣчекъ, кои происходятъ отъ пересѣченія линій, составляющихъ весьма острые углы. Надежнѣйшія засѣчки суть тѣ, въ которыхъ линіи пересѣкаются подъ прямымъ угломъ. Чѣмъ уголъ острѣе, тѣмъ затруднительнѣе бываетъ означить точку пересѣченія; сверхъ того, проведеніе карандашемъ линіи не возлѣ самаго края линейки, можетъ въ семъ случаѣ произвести значительную погрѣшность въ положеніи опредѣляемой точки. Наименьшій предѣлъ угловъ, допускаемый въ засѣчкахъ, есть уголъ въ 20°.

произошелъ бы новый треуг. погрѣшностей, величиною менѣе перваго, въ отношеніи къ коему можно будетъ съ большею скаточностію назначить другую точку и повторить снова вышезапное.

Сей способъ опредѣленія точки предложенъ *Леманомъ* (см. мою *Геодезію*, статью о мензулѣ, гдѣ изложенъ, какъ этотъ такъ и многіе другіе способы съ доказательствами).

D. Производство подробной съёмки мензулою.

§ 129. Производство съёмки мензулою начинаютъ опредѣленіемъ на планѣ главныхъ точекъ снимаемой мѣстности, для того, чтобы можно было потомъ при нанесеніи контуръ и всѣхъ прочихъ предметовъ мѣстности, соблюдать на планѣ не только видъ и величину оныхъ, но и относительное между ними расположеніе. Самое же опредѣленіе сихъ точекъ производится двоякимъ образомъ, или чрезъ составленіе *треангуляціи*, или чрезъ разбивку всей мѣстности *рядомъ параллельныхъ между собою линій*. Разсмотримъ каждый изъ сихъ способовъ отдѣльно.

I. О производствѣ мензульной съёмки, основанномъ на составленіи треангуляціи.

§ 130. *Треангуляціею* называется вообще рядъ треугольниковъ, построенныхъ на бумагѣ и соотвѣтственно подобныхъ, образуемымъ на поверхности земли линіями, соединяющими различныя точки мѣстности.

Для построенія такого ряда треугольниковъ выбираютъ сначала на мѣстности точки, между собою видимыя, и воображая ихъ соединенными одинѣ съ другими линіями, образующими рядъ треугольниковъ, измѣряютъ съ особеннымъ тщаніемъ длину одного изъ ихъ боковъ называемаго *базисомъ*, или *основаніемъ сѣти*, и величину всѣхъ ихъ угловъ. Послѣ того, или во 1-хъ, рѣшаютъ сіи треугольники, посредствомъ тригонометрическихъ вычисленій, одинъ послѣ другаго (*), и такимъ образомъ опредѣливъ длину ихъ

(*) Такъ наприм. предположимъ, что A, B, C, D.... (чер. 124) суть выбранные на мѣстности пункты, линія AB есть базисъ, и что

боковъ, получатъ возможность построить на бумагѣ въ данномъ масштабѣ рядъ треуг-въ имъ подобныхъ; или во 2-хъ, не прибѣгая ни къ какимъ вычисленіямъ, съ помощію однихъ только графическихъ способовъ, чертятъ на бумагѣ рядъ треугольниковъ, подобныхъ образуемымъ на поверхности земли упомянутыми линіями. Въ 1-мъ случаѣ, составленная треангуляція называется *тригонометрическою сѣтью,* а во 2-мъ, *геометрическою.*

§ 131. Составленіе *тригонометрической* сѣти бываетъ необходимо при производствѣ съёмки обширнаго пространства (какъ наприм. значительной части государства, области, губерніи и т. п.) и вообще въ тѣхъ случаяхъ, когда имѣется въ виду изъ снятыхъ съёмокъ составить въ послѣдствіи времени карту страны. Въ семъ случаѣ, снимаемая страна покрывается сначала рядомъ треугольниковъ по мѣрѣ возможности наибольшаго размѣра, называемомъ *сѣтью 1-го разряда;* потомъ все пространство ею занимаемое наполняется рядомъ треугольниковъ меньшей величины, именуемымъ *сѣтью 2-го разряда;* наконецъ каждый изъ треугольниковъ сѣти 2-го разряда наполняютъ новымъ рядомъ треугольниковъ еще меньшаго размѣра, называемомъ *сѣтью 3-го разряда.* Всѣ сіи сѣти составляютъ такимъ образомъ, чтобы бока сѣти 1-го разряда служили базисами для треуг-въ 2-го разряда, а бока сихъ послѣднихъ базисами для треуг-въ 3-го разряда. По проложеніи на бумагѣ всѣхъ точекъ сихъ сѣтей составляется

углы A, B, C,... треугольниковъ опредѣлены угломѣрными снарядами. Рѣшивъ сперва треуг. ABC, въ коемъ извѣстны бокъ AB и всѣ углы, опредѣлятся длины боковъ AC и BC; потомъ рѣшивъ слѣдующій треуг. CBD, по извѣстному боку CB и угламъ C, B и D, найденная длина бока CD доставитъ возможность опредѣлить длину боковъ CE и ED въ треуг-кѣ CED и т. д.

геометрическая сѣть, принимая бока треуг-въ 3-го разряда за новые базисы, и такимъ образомъ опредѣлится на бумагѣ положеніе множества точекъ мѣстности, съ которыми не трудно будетъ связать всѣ контуры предметовъ и прочія подробности.

§ 132. Но при производствѣ хозяйственной съёмки, по большей части довольствуются составленіемъ одной геометрической сѣти, ибо рѣдко случается, чтобы снимаемая дача была очень обширна. Геометрическую сѣть всего удобнѣе и точнѣе производить мензулою, которая имѣетъ предъ всѣми прочими угломѣрными инструментами важныя преимущества, ибо избавляя съёмщика надобности прибѣгать къ пособію транспортира или таблицы хордъ, при построеніи на планѣ угловъ треугольниковъ, сей инструментъ доставляетъ возможность при производствѣ самой съёмки безпрестанно повѣрять точность дѣйствія, какъ это мы ниже увидимъ.

§ 133. Начальный пріемъ составленія мензулою треангуляціи, зависитъ отъ того, можетъ ли снимаемое пространство быть изображено на одномъ мензульномъ листѣ, или нѣтъ.

Въ 1-мъ случаѣ (т. е. когда снимаемое пространство не велико), дѣйствіе начинается выборомъ мѣста для измѣренія *основанія* и точекъ, служащихъ вершинами треугольниковъ. Точки сіи преимущественно выбираются на мѣстахъ возвышенныхъ и открытыхъ, и въ такомъ разстояніи однѣ отъ другихъ, чтобы изъ каждой съ ясностію можно было видѣть всѣ близъ лежащія. На избранныхъ точкахъ становятъ вѣхи, если не имѣется на нихъ какихъ либо отдѣльныхъ предметовъ, видимыхъ издалека, какъ наприм. деревьевъ, зданій съ островерхими крышами и т. п.

Основаніе же выбирается на мѣстности сколь возможно болѣе ровной и не пересѣкаемой никакими естественными препятствіями, какъ наприм. ручьями, оврагами и т. п. Чѣмъ длиннѣе можно вымѣрить основаніе, тѣмъ лучше (*). Сверхъ того стараются, чтобы основаніе

(*) Длина измѣряемаго базиса должна всегда зависѣть отъ масштаба съёмки, и величины снимаемаго участка. Въ справедливости этого можно удостовѣриться изъ слѣдующаго: предположимъ, что при измѣреніи линіи AB (черт. 124), принятой за базисъ сдѣлали ошибку x, а углы треуг-въ сѣти ABC, CAB, CBD..... опредѣлили на мензулѣ съ совершенною точностію. Бока сихъ треуг-въ, получатся ошибочными, и погрѣшности оныхъ будутъ пропорціональны длинѣ боковъ; такъ наприм. погрѣшность бока CB, будетъ во столько разъ болѣе сдѣланной погрѣшности x, во сколько длина линіи CB болѣе AB. Такимъ же образомъ, погрѣшность разстоянія между точками A и E будетъ содержаться къ x, какъ AE содержится къ AB.

Сказанное теперь примѣняется къ тому случаю, когда базисъ измѣренъ съ совершенною точностію, но при нанесеніи длины онаго на бумагу, сдѣлана была ошибка отъ несовершенства чертежныхъ принасовъ. Величина сей погрѣшности всегда будетъ зависѣть отъ величины масштаба: чѣмъ масштабъ болѣе, тѣмъ она будетъ менѣе, и обратно. Такъ наприм. если масштабъ съёмки принятъ $=\frac{1}{8400}$ (т. е. 100 саж. въ дюймѣ), то отложенный базисъ можетъ быть ошибоченъ до ½ саж., и даже нѣсколько болѣе, ибо не возможно въ семъ масштабѣ выразить длину меньшую 1 саж., погрѣшность же сія произведетъ ошибку въ длинѣ разстоянія между какими либо двумя точками плана, во столько разъ бо́льшую, во сколько это разстояніе болѣе длины измѣреннаго базиса. Это замѣчаніе ведетъ къ рѣшенію вопроса, именно: *какой длины долженъ быть измѣренъ базисъ, чтобы по производствѣ съёмки участка, длиною* наприм. въ 10 вер., *погрѣшность въ разстояніи между крайними точками не превосходила* 5 саж.? Принимая величину вѣроятной погрѣшности при отложеніи базиса на бумагѣ, равною ½ саж., а искомую длину его изображая чрезъ y, получимъ пропорцію

5 саж.: ½ саж.=10 в. или 5000 саж.: y,

откуда $y=\frac{½\times 5000}{5}=500$ саж.

находилось, по мѣрѣ возможности, въ срединѣ снимаемаго участка, для того, чтобы можно было меньшимъ числомъ треугольниковъ достигнуть до краевъ онаго, и тѣмъ уменьшить число могущихъ произойдти погрѣшностей. Когда таковое мѣсто выбрано, то провѣшиваютъ на немъ линію и измѣряютъ ее нѣсколько разъ цѣпью, съ тою цѣлію, чтобы повѣрить, не сдѣлано ли ошибки въ счетѣ цѣпей, частію же и для того, чтобы въ случаѣ незначительной разности, оказавшейся въ длинѣ измѣренной линіи, можно было взять величину среднюю. Послѣ того, ставятъ на одномъ концѣ базиса мензулу, протягиваютъ на неи карандашемъ произвольную прямую линію, откладываютъ по масштабу длину измѣреннаго базиса, оріентируютъ мензулу, какъ объяснено было въ § 122, и направляютъ алидаду послѣдовательно на всѣ точки видимыя и долженствующія служить вершинами треугольниковъ (*). Потомъ переносятъ мензулу,

---

И такъ, если бы базисъ былъ взятъ длиною *менѣе* 500 саж., то въ разсматриваемомъ нами случаѣ, произошла бы погрѣшность въ длинѣ разстоянія между крайними точками *болѣе* 5 саж.

(*) Какъ обыкновенно принимается за правило, чтобы верхняя часть плана отдѣланнаго и подписаннаго, представляла сѣверъ, а нижняя югъ, то направленіе полуденной линіи должно быть параллельно одному изъ краевъ мензульной доски. Для выполненія этого условія, необходимо, прежде нежели будетъ проведена линія, на коей слѣдуетъ откладывать длину измѣреннаго базиса, оріентировать мензулу посредствомъ буссоли, какъ было объяснено въ § 119, 1-е, и по укрѣпленіи доски, означить на ней точку, находящуюся въ отвѣсномъ положеніи надъ оконечностію базиса. Послѣ того приставивъ край алидады къ сей точкѣ, направить ее на другую оконечность базиса, и на протянутой карандашемъ чертѣ по краю линейки, отложить измѣренную длину базиса. Очевидно, что когда мензула, въ послѣдствіи времени, будетъ оріентирована на какой бы то ни было точкѣ стоянія, оба края доски, постоянно будутъ параллельны направленію магнитнаго или истиннаго меридіана.

либо на другой конецъ базиса, либо на одну изъ опредѣляемыхъ точекъ; мензулу оріентируютъ и точки, на которыя прежде было визировано, опредѣляютъ засѣчками впередъ, поступая въ 1-мъ случаѣ (т. е. когда для 2-й точки стоянія взяли другой конецъ базиса), какъ было объяснено въ § 124, 1-е, а во 2-мъ (т. е. когда мензулу поставили на одной изъ опредѣляемыхъ) какъ въ § 124, 2-е. По опредѣленіи же этихъ точекъ, проводятъ на мензулѣ линіи направленія на вновь открывшіяся точки, кои изъ 1-й точки стоянія не были видимы, и такимъ образомъ, переходя съ одной точки стоянія на другую уже опредѣленную, или на ту, на которую уже взято было прежде направленіе, и визируя алидадою на всѣ точки видимыя, послѣдовательно опредѣлятъ засѣчками всѣ точки треангуляціи.

§ 134. Когда же планъ снимаемаго пространства не можетъ помѣститься на одной мензульной доскѣ, тогда для начальнаго дѣйствія составленія треангуляціи имѣются слѣдующіе способы:

1) Простѣйшій способъ, и весьма часто употребительный въ практикѣ состоитъ въ томъ, что выбравъ базисъ преимущественно въ срединѣ участка, и нанеся длину онаго, какъ объяснено было въ предшедшемъ §, наполняютъ весь мензульный листъ треангуляціею; потомъ тѣ точки сѣти, кои находятся близъ краевъ мензульной доски, переносятъ на другія мензульныя доски. Разстоянія между сими точками послужатъ новыми базисами для продолженія треангуляціи.

Сей способъ простъ, но имѣетъ ту невыгоду, что ошибки, сдѣланныя при опредѣленіи точекъ на одной мензулѣ, перейдутъ на другія, и потому чѣмъ снимае-

мое пространство болѣе, тѣмъ болѣе можетъ накопиться погрѣшностей.

2) Избравъ мѣсто удобное для измѣренія базиса, наносятъ длину его въ такомъ масштабѣ, чтобы планъ всей дачи могъ помѣститься на одной мензульной доскѣ. По составленіи треангуляціи, какъ объяснено было въ § 133, разбиваютъ на сей мензулѣ участки, и переносятъ точки сѣти на другія мензулы въ томъ масштабѣ, въ коемъ требуется произвести съёмку. Такъ наприм., еслибы снимаемая дача имѣла 12 вер. длины и 10 вер. ширины, а мензульная доска была величиною въ 22 дюйм., то для нанесенія базиса можно было бы принять масштабъ $\frac{1}{25200}$ (т. е. 300 саж. въ дюймѣ). Но какъ для производства подробной хозяйственной съёмки, принимается масштабъ $\frac{1}{8400}$, т. е. въ три раза большій, то, по составленіи треангуляціи, начертили бы на мензульной доскѣ 9 равныхъ квадратовъ, и каждый изъ нихъ представили на отдѣльномъ мензульномъ листѣ, увеличивая бока треугольниковъ сѣти въ три раза.

Очевидно, что поступая по сему способу, надобно при составленіи треангуляціи соблюдать строжайшую точность, ибо въ противномъ случаѣ, всѣ сдѣланныя погрѣшности, перейдутъ на мензулы увеличенными во столько разъ, во сколько увеличивалась самая сѣть (*).

3) Вся снимаемая мѣстность разбивается на квадратные участки такой величины, чтобы планъ каждаго изъ нихъ помѣстился на одной мензульной доскѣ, а потомъ снимаются сіи участки независимо одинъ отъ другаго.

(*) По сей причинѣ при составленіи треангуляціи въ меньшемъ масштабѣ, полезно употреблять мензулы со стеклянными досками (см. прим. на стр. 98), ибо онѣ не подвергаются вліянію температуры.

Такъ наприм. положимъ, что фигура ABCGF.... (чер. 125) представляетъ снимаемую дачу, имѣющую 12 верстъ въ длину и 8 верстъ въ ширину; очевидно, что она помѣстится на 6 мензулахъ, ибо предполагаемъ, что съёмка производится на масштабѣ 100 саж. въ дюймѣ, а величина доски съ небольшимъ 20 дюйм. Дѣйствіе начинаютъ провѣшиваніемъ линіи AG, раздѣляющей ее приближенно пополамъ, и называемой *магистральною*. Послѣ того отъ точки A измѣряютъ ее цѣпью, не соблюдая при семъ дѣйствіи особенной точности, но производя его единственно для того, чтобы означать на мѣстности, съ приближенною точностію, точки M, N, долженствующія служить вершинами угловъ участковъ, (т. е. дѣлая AM, MN, длиною около 4-хъ верстъ) (*). Въ точкахъ M и N возставляютъ перпендикуляры BMG, CNF, (см. §§ 31, 34 и наконецъ § 123) и провѣшиваютъ сіи линіи. Этимъ дѣйствіемъ совершится разбивка всего пространства на требуемые участки.

Въ предложенномъ нами теперь примѣрѣ, предполагали, что снимаемое пространство можетъ помѣститься на 6 мензулахъ; но еслибы оно было гораздо обширнѣе,

---

(*) Еслибы магистральная линія пересѣкалась какимъ либо естественнымъ препятствіемъ, какъ наприм. рѣкою, болотомъ и т. п., то величину онаго опредѣлили бы какъ сказано въ §§ 39 и 40, или какъ объяснено въ прим. на стр. 136. Впрочемъ если препятствіе не велико, то безъ чувствительной погрѣшности, можно будетъ опредѣлить его на глазъ, ибо снова повторяемъ, что при измѣреніи магистральной линіи, не требуется строгой точности. Еслибы сія линія проходила чрезъ кустарникъ или лѣсъ, то сдѣлали бы просѣку; но еслибы находился садъ или такой лѣсъ, которымъ дорожатъ владѣльцы, то надлежало бы его обойти перпендикулярами, какъ сказано было въ § 39, или вмѣсто взятой магистральной линіи выбрать другую, которая бы миновала это препятствіе.

то слѣдовало бы вмѣсто одной магистральной линіи взять двѣ взаимно перпендикулярныя, подобно какъ представлено на чер. 141. Въ семъ случаѣ отъ точки D ихъ пересѣченія, отмѣрятъ на нихъ части соотвѣтственно длинѣ мензульной доски, и провѣшатъ линіи перпендикулярныя къ магистральнымъ AG и WO, чрезъ что все пространство разложится на квадратные участки (*).

Еслибы потребовалось, чтобы на каждой мензулѣ направленіе полуденной линіи было параллельно двумъ краямъ доски, то очевидно достаточно будетъ провѣшить магистральную линію по направленію магнитнаго (или истиннаго) меридіана, или линіи къ нему перпендикулярной, поступая какъ объяснено было въ § 119, 2.

§ 135. По разбивкѣ всей снимаемой мѣстности на участки, приступаютъ къ составленію треангуляціи нѣсколькими мензулами вдругъ, принимая каждый изъ нихъ за отдѣльное пространство, долженствующее быть представленнымъ на особой мензулѣ. Означенныя вѣхами точки A, M, N, D.... (чер. 125) находящіяся на границахъ участковъ, будучи опредѣлены съ различныхъ базисовъ, взятыхъ внутри каждаго изъ нихъ, послужатъ въ послѣдствіи точками сводки смежныхъ мензулъ. Все затрудненіе въ начальномъ дѣйствіи будетъ состоять въ нанесеніи каждаго базиса, наприм. KH, на мензулу такъ, чтобы положеніе его въ отношеніи къ краямъ доски, было одинаково съ тѣмъ, въ какомъ на

(*) Для проведенія магистральныхъ линій, и вообще для разбивки всей мѣстности на участки, большую пользу могутъ доставить планы генеральнаго межеванія, ибо съёмщикъ, имѣя предъ своими глазами фигуру окружной межи, можетъ предварительно сообразить на сколько именно участковъ будетъ удобнѣе разбить всю дачу.

мѣстности линія KH находится въ отношеніи къ границамъ участка MNED; отъ несоблюденія же этого, неминуемо произойдетъ, что границы его будучи опредѣлены засѣчками, примутъ на мензулѣ направленіе линій не параллельныхъ краямъ доски, и потому углы участковъ не помѣстятся на мензулѣ. Впрочемъ, это затрудненіе будетъ преодолѣно, если на границѣ MN участка предварительно выберемъ точку L, находящуюся на продолженіи линіи KH, и приближенно опредѣлимъ разстояніе отъ сей точки L до конца K базиса и до вершины угла M участка, ибо тогда достаточно будетъ мензулу поставить сперва на точкѣ L, провести прямую *nm* (чер. 126) параллельно краю доски, и отложивъ *lm* соотвѣтственно длинѣ линіи LM, начертить уголъ *klm*= KLM (см. § 122). Послѣ того, отложивъ часть *lk* соотвѣтственно длинѣ LK перейдти на точку K, гдѣ останется оріентировать мензулу по линіи *kl*, и отложить по масштабу длину измѣреннаго базиса по продолженію сей прямой (*). По нанесеніи же такимъ образомъ базиса, надобно счистить резиною проведенныя карандашемъ линіи *mn* и *kl*, а при составленіи треангуляціи опредѣлить точки M и N засѣчками, ибо эти линіи были измѣрены съ приближенною точностію и единствен-

(*) Въ случаѣ если окажется неудобнымъ опредѣлить на мѣстности точку L пересѣченія границы участка съ продолженіемъ линіи базиса, то можно взять на границѣ произвольную точку P, такъ, чтобы отъ ней имѣлась возможность измѣрить съ приближенною точностію разстоянія до точекъ K и M. Въ семъ случаѣ, на мензулѣ надобно сдѣлать *mp*=MP, уг. *mpk*=углу MPK и *pk*=PK. Останется послѣ того оріентировать мензулу на точкѣ K по линіи *pk*, а потомъ алидаду навести чрезъ точку *k* на другой конецъ базиса, чрезъ что требуемое условіе очевидно выполнится.

но съ тою цѣлію, чтобы означить на планѣ положеніе базиса.

Само собою разумѣется, что если бы одна изъ границъ смежныхъ участковъ пролегала на мѣстности ровной и не пересѣченной никакими естественными препятствіями, то всего было бы удобнѣе на ней измѣрить базисъ, который послужитъ общимъ для двухъ мензулъ.

Но если бы оказалось невозможнымъ ни внутри одного изъ участковъ, наприм. CNMB, ни на границѣ онаго, избрать мѣста удобнаго для базиса, то въ такомъ случаѣ, по сдѣланіи треангуляціи въ смежномъ участкѣ, наприм. MNDF, и по опредѣленіи нѣкоторыхъ изъ точекъ, находящихся на общей границѣ MN, передали бы потомъ разстоянія между ними снимающему участокъ CNMB. Разстоянія сіи послужатъ базисами для составленія треангуляціи въ семъ послѣднемъ, подобно какъ сказано на стр. 152.

Изложенный нами теперь способъ имѣетъ гораздо болѣе точности, нежели оба предшествующіе, ибо погрѣшности, вкравшіяся при опредѣленіи точекъ на одной мензулѣ, не будутъ имѣть никакого вліянія на положеніе точекъ, находящихся на другой мензулѣ, и потому сей способъ предпочтительно должно употреблять при съёмкѣ дачъ значительной величины.

§ 136. Въ заключеніе о составленіи мензулою треангуляціи, присовокупимъ, что для доставленія дѣйствію всемозможной точности, съёмщикъ долженъ имѣть мензулу въ совершенной исправности и не выпускать изъ памяти правилъ, изложенныхъ въ § 128, а именно: чтобы при направленіи алидады на точки сѣти, линіи всегда проводились возлѣ самаго края линейки каранда-

шемъ, очиненнымъ весьма остро; чтобы концы таковыхъ линій означались на краяхъ мензульной доски, и наконецъ, чтобы при ориентированіи мензулы, край линейки съ большимъ тщаніемъ приставлялся къ начерченной линіи. Сверхъ того, необходимо:

1) Переносить мензулу изъ одной точки на другую, отстоящую сколь возможно далѣе, для того, чтобы по мѣрѣ возможности, *число точекъ стоянія было менѣе.* Такимъ образомъ, если A, B (чер. 130) суть данныя на мензулѣ точки, а C, D, E, F, опредѣляемыя, то предполагая, что мензула была ориентирована на одной изъ данныхъ, наприм. A, и проведены линіи направленія на всѣ прочія, должно для слѣдующей точки стоянія преимущественно выбирать отстоящую отъ первой далѣе, наприм. C. Опредѣливъ сію послѣднюю обратною засѣчкою (§ 124, 2-е) съ точки B, а всѣ прочія точки D, E, F, засѣчками впередъ (§ 124, 1-е), доставится дѣйствію болѣе точности, чѣмъ когда бы съёмщикъ перешелъ съ точки A въ E, а изъ E опредѣлилъ точку C засѣчкою впередъ. Также, если изъ точки C взято было направленіе между прочимъ на точку M, то перейдя съ мензулою на сію послѣднюю, опредѣлятъ ея положеніе обратною засѣчкою не съ точки B (ближайшей), но съ точки C (отдаленнѣйшей). Впрочемъ опредѣляя положеніе точки стоянія съ точки отдаленнѣйшей, надобно во 1-хъ, вполнѣ быть удостовѣрену, что положеніе сей послѣдней было опредѣлено на мензулѣ съ точностію и во 2-хъ, соблюдать, чтобы не происходило весьма острой засѣчки.

2) На каждой точкѣ стоянія, по ориентированіи мензулы, сперва направлять алидаду на тѣ точки, положеніе конхъ на мензулѣ уже опредѣлено, а потомъ на тѣ,

которые желаютъ опредѣлить. Такъ наприм. если A, B, C, E, F, (чер. 130) суть данныя на мензулѣ точки, а мензула поставлена въ D и оріентирована по AD, то прежде чѣмъ приступятъ къ визированію на новыя точки, должно сперва направлять алидаду чрезъ каждую изъ данныхъ на соотвѣтствующую въ полѣ: всѣ линіи, проведенныя такимъ образомъ по краю линейки, пересѣкутся въ одной точкѣ D, только тогда, когда всѣ данныя точки, такъ равно и точка D опредѣлены вѣрно. Но если три изъ сихъ линій пересѣклись въ одной точкѣ D, а четвертая миновала оную, то тѣмъ означится, что та точка, къ которой приставляли край линейки, имѣетъ положеніе ошибочное. Если наконецъ всѣ четыре линіи пересѣклись въ различныхъ точкахъ, то это послужитъ признакомъ, что или ошибочно оріентирована мензула, или невѣрно проведена та линія AD, по коей оріентировали мензулу.

Наконецъ 3-е, при оріентированіи мензулы соблюдать, чтобы то мѣсто на землѣ, гдѣ стояла вѣха, находилось по направленію отвѣсной линіи, подъ соотвѣтствующею точкою на мензулѣ. Несоблюденіе этого правила ведетъ къ невозможности вѣрно оріентировать мензулу, а вмѣстѣ опредѣлять съ точностію углы. Въ самомъ дѣлѣ, положимъ, что C есть точка стоянія (чер. 127), и что мы поставя мензулу, въ нѣкоторомъ отъ ней разстояніи, направляли алидаду чрезъ *c*, на точки A, B, D..... Образовавшіеся на мензулѣ углы *acb*, *bcd*, *dce*..... очевидно не будутъ равны угламъ ACB, BCD, DCE....; ошибочность опыхъ, тѣмъ будетъ значительнѣе, чѣмъ точки A, B, D, E.... ближе отъ точки C, и тѣмъ менѣе ощутительна, чѣмъ сіи точки находятся отъ ней далѣе. Сверхъ того, должно замѣтить, что изъ

образовавшихся на мензулѣ угловъ, одни будутъ болѣе ошибочны, а другіе менѣе. Наибольшія погрѣшности будутъ находиться въ углахъ *bcd*, *acf* и *fce*, а наименьшія въ углахъ *acb* и *dce* (*). Изъ сего легко можемъ заключить, что чѣмъ послѣдовательныя точки стоянія ближе одна отъ другихъ, тѣмъ болѣе вниманія должно обращать на то, чтобы вышесказанное условіе выполнялось. Впрочемъ бываютъ случаи, когда излишне было бы соблюдать въ этомъ отношеніи большую точность, не взирая на близкое разстояніе между точками, такъ наприм. когда мензула оріентируется на точкѣ C съ тою только цѣлію, чтобы опредѣлить положеніе точки D или F, на которой не предвидится надобности въ послѣдствіи оріентировать мензулы для продолженія треангуляціи далѣе. Хотя бы линія *cd* была проведена на мензулѣ съ неудовлетворительною вѣрностію, однако же по опредѣленіи точки D съ другихъ извѣстныхъ точекъ, погрѣшность въ положеніи точки *d* будетъ на мензулѣ не ощутительна, ибо протянутая линія *cd* съ истиннымъ ея направленіемъ, по малой величинѣ угла ими составляемаго, будетъ сливаться (**).

(*) Вычисленіемъ доказывается, что если разстоянія отъ точки C до A, B, D.... равны $\frac{1}{2}$ верстѣ, то погрѣшности въ начерченныхъ на мензулѣ углахъ, могутъ достигать почти до 2′, когда Cc=1 футу, 4′ когда Cc=2 ф., до 6′ когда Cc=3 ф. и т. д. При разстояніяхъ CA, CB, CD... равныхъ 1 вер., сіи погрѣшности будутъ вдвое менѣе.

(**) Можно утвердительно сказать, что главнѣйшія невѣрности треангуляціи, встрѣчающіяся иногда при производствѣ съёмки, происходятъ въ особенности отъ того, что мензула оріентируется не съ требуемою точностію: неточность же оріентированія происходитъ, частію отъ несоблюденія вышесказаннаго правила, частію же отъ неприведенія доски въ горизонтальное положеніе, толстоты карандаша и наконецъ черченія линій не возлѣ самаго края линейки.

§ 137. По составленіи на мензулѣ треангуляціи, приступаютъ къ нанесенію контуръ и прочихъ подробностей мѣстности. Пріемы для того употребляемые, основываются непосредственно на геометрическихъ правилахъ уменьшенія криволинейныхъ фигуръ въ данномъ отношеніи. Предлагаемъ здѣсь описаніе всѣхъ употребительныхъ для того способовъ.

1-й способъ. *Измѣреніе цѣпью линій пересѣкающихъ мѣстность въ различныхъ направленіяхъ.*

Предположимъ, что A, B, C, D. . . . (чер. 128) представляютъ на мензулѣ опредѣленныя точки мѣстности: отъ одной изъ нихъ, наприм. A, измѣряютъ цѣпью линію по направленію на какую нибудь другую точку, наприм. D, и въ тоже время замѣчаютъ не только на какихъ мѣстахъ эта линія пересѣкается контурами, но и положеніе всѣхъ тѣхъ предметовъ, которые лежатъ въ незначительномъ отъ нея разстояніи, какъ было объяснено въ § 47. Чтобы удобнѣе это исполнить, съемщикъ на особой бумажкѣ, проводитъ карандашемъ прямую линію, и каждый разъ, какъ цѣпь отложена, отмѣчаетъ точкою длину цѣпи на своей чертѣ, соображаясь съ масштабомъ, но не прибѣгая къ помощи циркуля; потомъ изображаетъ на бумагѣ всѣ контуры предметовъ, пересѣкающія измѣряемую линію на томъ пространствѣ, которое занято цѣпью, равно и предметы лежащіе отъ ней въ сторонѣ, опредѣляя разстояніе до нихъ саженью или шагами по линіямъ перпендикулярнымъ къ измѣряемой линіи, или по линіямъ направленнымъ на тѣ изъ

Этимъ объясняется сказанное нами въ § 111, что алидады или кипрегели, имѣющіе тонкія линейки съ откошенными краями, гораздо удобнѣе въ практикѣ имѣющихъ линейки толстыя и безъ откошенныхъ краевъ.

пунктовъ мѣстности, положеніе коихъ на мензулѣ дано (*).

При производствѣ измѣренія такимъ образомъ линіи AD, если встрѣтится на ней какое либо препятствіе, или если достигнувъ наприм. до точки d, съёмщикъ усмотритъ, что между нею и пунктомъ D, не имѣется никакихъ предметовъ, то отъ точки d, онъ начинаетъ измѣрять на другой пунктъ, наприм. C, поступая во всемъ остальномъ по вышесказанному. Также, если дойдя до точки d', онъ увидитъ, что по направленію на D, прежнее препятствіе миновалось, или имѣются какія либо контуры, которыя можно опредѣлить измѣряя линію d'D, то снова перемѣняетъ направленіе. Такимъ же образомъ дойдя до точки d'', онъ беретъ направленіе на C; отъ d''' на B, отъ d^{IV} на A, отъ d^{V} на B. Въ точкѣ B онъ останавливается и всѣ сдѣланныя имъ на бумажкѣ отмѣтки вноситъ на мензулу. Для сего онъ сперва протягиваетъ по линейкѣ прямую AD, откладываетъ циркулёмъ по масштабу часть Ad; точку d соединяетъ съ C прямою и отложивъ часть dd' проводитъ d'D и т. д. Когда такимъ образомъ начертится на мензулѣ ломаная линія A$dd'd''$ $d'''d^{IV}d^{V}$B, то послѣдняя часть d^{V}B должна по масштабу выразить именно то число саженей, какое при измѣре-

(*) Измѣреніе по линіямъ перпендикулярнымъ, какъ объяснено было въ § 47, можно допускать при производствѣ мензульной съёмки только тогда, когда съёмщикъ имѣетъ при себѣ эккеръ (см. § 33), или когда разстоянія сіи весьма незначительны; въ противномъ же случаѣ гораздо будетъ точнѣе, опредѣлять изгибы контуръ чрезъ измѣреніе линій, направленныхъ на данные пункты, какъ представлено на чер. 131, на коемъ AD есть линія, измѣряемая цѣпью; означенныя на ней точки, длины отложенныхъ цѣпей, и наконецъ прямыя, соединяющія сіи точки съ пунктами B и F, тѣ линіи, по коимъ измѣрялись разстоянія вплоть до контуры.

нін было найдено въ ея соотвѣтствующей. Въ случаѣ же, если окажется незначительная разность, то разбиваютъ ее на всѣ проложенныя линіи. Послѣ того въ отношеніи къ сей ломаной линіи съёмщикъ наноситъ всѣ контуры, сообразуясь съ сдѣланными имъ на бумажкѣ отмѣтками.

§ 138. Объяснимъ вышесказанное примѣромъ: положимъ, какъ и прежде, что A, B, C, D, E (чер. 135), суть данныя на мензулѣ точки треангуляціи, и что изъ точки A видны всѣ прочія исключая точки C, которая скрыта неровностью мѣстности. Дабы изобразить на планѣ дорогу, идущую отъ точки A къ C и контуру пашни, лежащей отъ неѣ влѣво, съёмщикъ начиная отъ пункта A измѣряетъ линію A*a* по направленію на D, и въ тоже время опредѣляетъ изгибы дороги, лежащей отъ неѣ вправо, поступая какъ сказано было въ прим. на стр. 162. Достигнувъ до точки *a*, онъ перемѣняетъ взятое имъ направленіе, измѣряя линію *ab*, служащую продолженіемъ прямой *a*B (см. прим. на стр. 26); отъ точки *b* измѣряетъ до *c* по направленію на E; отъ *c* до *d*, по направленію на D; отъ *d* до *e* опять на E; отъ *e* до *f* на D; отъ *f* до *g* на C; отъ *g* до *i* на B. При измѣреніи сей линіи въ точкѣ *h*, онъ вколачиваетъ колъ, ибо находитъ удобнымъ въ послѣдствіи измѣрить линію *h*C и чрезъ то опредѣлить направленіе дороги. Отъ *i* измѣряетъ линію *ik* по направленію на точку A и видя, что точка *k* уже была опредѣлена, когда измѣрялась линія A*a*, возвращается къ воткнутому имъ колу *h* и измѣряетъ линію *h*C. Останется послѣ того всѣ измѣренныя линіи и сдѣланныя имъ на бумажкѣ отмѣтки нанести на мензулу.

Но если бы предположили, что означенная на чер. 135 контура, представляетъ не границу пашни, но лѣса

или густаго кустарника, который скрываетъ отъ глазъ съёмщика данныя точки D, C, за нимъ лежащія, то въ такомъ случаѣ можно начать измѣреніе отъ A (чер. 136) по направленію на E и дойдя до точки *a* (*) поворотить по линіи *ab* на пунктъ B. Изъ *b* перемѣпить направленіе, измѣряя по продолженію линіи A*b*; изъ *c* на пунктъ D и т. д. Одинъ взглядъ на чертежъ съ достаточною ясностію показываетъ весь ходъ дѣйствія.

§ 139. Описанный нами теперь способъ весьма точенъ и съ пользою употребляется въ практикѣ преимущественно въ тѣхъ случаяхъ, когда мѣстность открыта, дозволяетъ производить измѣреніе цѣпью и заключаетъ въ себѣ много разнообразныхъ контуръ (**). При съёмкѣ селъ, деревень и т. п. для измѣренія выбираются линіи, пролегающія вдоль улицъ и гумновъ, сзади дворовъ находящихся, чрезъ что получится возможность опредѣлить положеніе каждаго отдѣльнаго строенія. При съёмкѣ поля, которое пересѣчено полосами кустарника или луга, какъ представлено на чер. 132, надобно стараться для измѣренія выбирать такія линіи, какъ напр. AB и CD, которыя пересѣкали бы оконечности сихъ полосъ, ибо если сіи оконечности будутъ опредѣлены, тогда и положеніе самыхъ полосъ означится на планѣ. Такимъ же образомъ слѣдуетъ поступать для изображенія на планѣ положенія десятинъ.

(*) Или, что еще лучше, выбрать на линіи AE произвольную точку *a*, руководствуясь сказаннымъ на стр. 20; по оріентированіи на ней мензулы, опредѣлить положеніе сей точки обратною засѣчкою съ пункта B (см. стр. 142). Послѣ того можно измѣрять линію *ab* на точку B.

(**) Сей способъ замѣчателенъ тѣмъ, что его съ одинаковою удобностію можно употреблять, какимъ бы инструментомъ данныя на планѣ точки ни были опредѣлены: мензулою ли, эккеромъ или астролябіею.

§ 140. 2-й способъ состоитъ *въ оріентированіи мензулы въ каждой вершинѣ угла снимаемой контуры* ABCDEFG (чер. 129) *и въ измѣреніи цѣпью длины ея сторонъ* AB, BC, CD.....

Поставя вѣхи въ точкахъ A, B, C, D..... и опредѣливъ одну изъ нихъ, наприм. A съ другихъ данныхъ точекъ, оріентируютъ на ней мензулу и чрезъ соотвѣтствующую ей точку *a*, направляютъ алидаду сперва на точку B, а потомъ на точку G. Протянувъ на мензулѣ неопредѣленныя прямыя *ab* и *ag*, измѣряютъ цѣпью линію AB, и откладываютъ на мензулѣ по масштабу ея длину *ab*. На точкѣ B опять оріентируютъ мензулу по линіи *ab*, и наводятъ алидаду чрезъ *b* на C. Послѣ того измѣряютъ длину линіи BC, откладываютъ длину ея по масштабу на линіи *bc*, переходятъ на точку C, гдѣ по оріентированіи мензулы, чертятъ уг. *bcd*=BCD, и такимъ образомъ продолжаютъ дѣйствіе до точки F. Находясь же на сей послѣдней, по оріентированіи мензулы и по начерченіи угла *efg*=EFG, положеніе точки *g* опредѣлится засѣчкою впередъ. Для повѣрки, смыкается ли фигура на мензулѣ, измѣрятъ линіи FG и GA и сравнятъ длину ихъ съ опредѣленными на планѣ.

Здѣсь предполагали, что изъ точки A взято было направленіе на точку G; въ противномъ случаѣ, для опредѣленія точки G, достаточно будетъ по измѣреніи линіи FG, отложить длину ея по масштабу, а для повѣрки исполненнаго дѣйствія, перенести мензулу на точку G, оріентировать оную, и навести алидаду чрезъ *g* на A: если край линейки пройдетъ чрезъ начальную точку *a*, а длина линіи *ag* выразитъ по масштабу разстояніе AG, то тѣмъ окажется вѣрность съёмки.

Въ случаѣ же если ни то, ни другое не выполняется,

то встрѣтится надобность отыскать, гдѣ именно сдѣлана погрѣшность. Къ сожалѣнію не рѣдко случается, что столько же надобно употребить труда и времени для отысканія сдѣланной погрѣшности, сколько на самую съёмку.

§ 141. Впрочемъ, если бы несмыкаемость снятой контуры произошла отъ ошибочнаго измѣренія одной изъ линій, или одного изъ угловъ, то имѣется возможность, не выходя въ полѣ, открыть сдѣланную погрѣшность на самомъ планѣ, слѣдующимъ образомъ:

а) Пусть многоугольникъ ABCDEF (чер. 134) представляетъ снимаемую контуру, при измѣреніи коей, линія CD увеличена частицею D*d*, всѣ же прочія линіи и углы опредѣлены съ точностію. Въ слѣдствіе чего, на планѣ вмѣсто фигуры ABCDEF, начертится контура FABC*def*; но какъ по условію DE=*de*, EF=*ef*, уг. D=*d* и уг. E=*e*, то четыреугольники D*de*E и EF*fe* будутъ параллелограммы и D*d*=E*e*=F*f*. И такъ, ошибочно измѣренный бокъ можно открыть посредствомъ двоякаго пріема, а именно:

1) Проведя чрезъ точку F прямую FE параллельно къ *fe*, отложить FE=*fe*, а потомъ начертить чрезъ точку E прямую ED параллельно къ *ed*; если длина линіи ED окажется равною боку *ed*, то это послужитъ признакомъ, что при измѣреніи бока CD сдѣлана ошибка D*d*.

2) Соединивъ точки F и *f* прямою, посмотрѣть, не существуетъ ли параллельности между сею линіею и однимъ изъ начерченныхъ боковъ. Если линія *f*F окажется параллельною къ линіи CD, то при измѣреніи сей послѣдней сдѣлана была ошибка D*d*=F*f*.

b) Предположимъ теперь, что вмѣсто контуры *abcdefg* (чер. 133) отъ ошибочно опредѣленнаго угла *c*, начер-

чена на планѣ ломаная линія $gabcd'e'f'g'$. Линія cg будетъ равна линія cg', потому, что ошибка сдѣланная въ углѣ c не будетъ имѣть вліянія на ихъ длину. Но еслибы провели діагонали въ точки g и g' изъ какой нибудь другой вершины, наприм. b, то сіи діагонали были бы между собою не равны, ибо разстояніе точки b отъ точки g' будетъ зависѣть отъ величины растворенія угла c.

И такъ, если при измѣреніи циркулемъ, найдемъ, что одна изъ точекъ a, b, c, d'.... находится въ равномъ разстояніи отъ точекъ g и g', то это послужитъ признакомъ, что уголъ при сей точкѣ находящійся опредѣленъ былъ ошибочно.

§ 142. Описанный нами теперь способъ (*) производства съёмки всегда употребляется въ тѣхъ случаяхъ, когда снимаемыя контуры, подобно какъ ручьи, дороги, границы дачъ и проч. пролегаютъ въ лѣсу или кустарникѣ. Но при употребленіи сего способа, должно соблюдать строжайшую точность, ибо ошибка въ положеніи одной изъ опредѣленныхъ на мензулѣ точекъ, неминуемо будетъ имѣть вліяніе на положеніе всѣхъ послѣдующихъ, а потому надлежитъ во 1-хъ, при измѣреніи линій соблюдать всѣ правила, изложенныя въ § 29; во 2-хъ, при оріентированіи мензулы, непремѣнно приводить доску въ горизонтальное положеніе и соблюдать, чтобы точка, представляющая точку стоянія, находилась совершенно отвѣсно надъ соотвѣтствующею ей на землѣ

(*) Еслибы снимаемая контура была криволинейная какъ наприм. ABCD... (чер. 50), то различіе въ дѣйствіи состояло бы въ томъ, что поставя вѣхи въ главныхъ входящихъ и исходящихъ углахъ, и поступая съ образуемымъ ими прямолинейнымъ многоугольникомъ по вышесказанному, опредѣлили бы всѣ изгибы контуры, руководствуясь изложеннымъ въ § 47.

(см. § 136, 3); въ 3-хъ, при черченіи линій, означать концы оныхъ, какъ было объяснено въ § 128, 2; въ 4-хъ, если изъ какой либо точки стоянія будетъ видна одна изъ опредѣленныхъ на мензулѣ точекъ, то не должно забывать повѣрять положеніе первой обратною засѣчкою (см. § 136, 2) (*); и наконецъ въ 5-хъ, если контура сомкнутая, то начиная измѣреніе отъ какой либо точки A (чер. 129) должно обойдти только половину контуры, наприм. до D, а потомъ возвратясь опять на точку A, продолжать съёмку контуры въ сторону противуположную, чрезъ что погрѣшности, сдѣланныя въ положеніи точекъ B и C, очевидно не будутъ имѣть вліянія на положеніе точекъ G, F и E.

§ 143. 3-й способъ. *Изъ одной точки стоянія съ мензулою.* Пусть O (чер. 137) будетъ одна изъ точекъ мѣстности, положеніе коей на мензулѣ извѣстно. По оріентированіи на сей точкѣ мензулы, съёмщикъ направляетъ алидаду, чрезъ соотвѣтствующую ей точку *o*, на всѣ точки A, B, C, D,.... главнѣйшихъ изгибовъ контуры, находящейся въ недальнемъ отъ него разстояніи, и проводитъ линіи *oa*, *ob*, *oc*.....; потомъ измѣривъ разстоянія OA, OB, OC....., откладываетъ циркулемъ по масштабу ихъ длину; точки *a*, *b*, *c*..... такимъ образомъ означенныя, очевидно изобразятъ положеніе соотвѣтствующихъ пунктовъ A, B, C,.... мѣстности. Если снимаемая контура ограничена прямыми линіями, то

(*) Такъ наприм. если изъ точки C (чер. 129) видна точка A, то по оріентированіи на ней мензулы, приставятъ край алидады къ точкѣ *a* и направятъ ее на пунктъ A; въ случаѣ вѣрности дѣйствія край алидады долженъ пройдти чрезъ точку *c*. Такимъ же образомъ поступятъ, еслибы вмѣсто пункта A, была видна изъ C какая либо точка треангуляціи.

достаточно будетъ соединить точки *a, b, c*.... прямыми; но если снимаемая контура криволинейна, тогда съёмщикъ осматриваетъ ее и измѣряя шагами длину прямыхъ AB, BC, CD... отмѣчаетъ на особой бумажкѣ, въ какихъ мѣстахъ имѣются изгибы и на сколько именно они удаляются отъ упомянутыхъ прямыхъ. Всѣ сіи отмѣтки онъ тотчасъ наноситъ на мензулу.

Само собою разумѣется, что еслибы между точкою стоянія O и опредѣляемыми пунктами, находились промежуточныя контуры, то для изображенія оныхъ на планѣ, достаточно будетъ при измѣреніи линій OA, OB, OC.... замѣтить, на какомъ именно разстояніи сіи контуры пересѣкаютъ каждую изъ помянутыхъ линій.

§ 144. Иногда случается, что за мѣстными препятствіями не возможно бываетъ измѣрить линіи OB, OC, OD.... исключая токмо одной OA: тогда по проведеніи на мензулѣ линій *oa, ob, oc, od*.... измѣряютъ сперва линію OA, а потомъ AB, BC, CD..... Послѣ того отложивъ по масштабу длину *oa*, изъ точки *a*, радіусомъ равнымъ по масштабу длинѣ AB описываютъ дугу, точка пересѣченія коей съ начерченною прямою *ob* означитъ точку *b*, представляющую на мензулѣ положеніе точки B. Изъ точки *b* растворенiемъ циркуля, равнымъ длинѣ BC, другую дугу, которая пересѣчетъ линію *co* въ точкѣ *c*, и т. д. Но при означеніи такимъ образомъ точекъ, надобно напередъ удостовѣриться подъ острыми ли, или подъ тупыми углами пересѣкаются линіи AB, BC, CD.... съ линіями OB, OC, OD...., чтобы сообразно съ тѣмъ, изъ двухъ точекъ пересѣченія каждой дуги съ проведенною линіею, выбрать приличную. Въ противномъ случаѣ, ошибка сдѣланная въ положеніи одной

изъ точекъ *b*, *c*, *d*..... немпнуемо исказитъ на мензулѣ всю фигуру.

Въ заключеніе должно сказать, что еслибы не возможно было измѣрить и самую линію OA, то въ такомъ случаѣ опредѣлили бы точку A засѣчкою впередъ съ другихъ точекъ, а во всемъ остальномъ поступили бы по вышесказанному.

§ 145. Изложенный нами способъ въ § 143 по частому своему употребленію весьма важенъ въ практическомъ отношеніи; онъ примѣняется въ особенности къ тому случаю, когда около какой либо точки стоянія, въ недальнемъ отъ нея разстояніи, имѣется много предметовъ, которые не могутъ быть опредѣлены по 1-му способу (см. § 137), какъ наприм. это могло бы случиться, если бы около точки стоянія A (чер. 138) находился лѣсъ BCDEF, препятствующій видѣть опредѣленныя уже точки. Или: еслибы проходя линіями ABCD.... (чер. 139) въ лѣсу, встрѣтилась какая либо поляна M: оріентируя тогда мензулу на точкѣ D, контура снимается какъ сказано было выше. Также способъ сей съ пользою можетъ быть употребленъ для изображенія не снятыхъ промежутковъ посредствомъ 1-го способа (§ 137); наприм. если линіи A*d*, *dd'*, *d'd''*,... (чер. 128) были измѣрены, то для снятія пространства заключающагося между ними, достаточно будетъ выбрать произвольную точку O, и опредѣливъ положеніе ея посредствомъ трехъ данныхъ (§ 125), поступить по вышесказанному.

Для съёмки широкой рѣки или глубокаго оврага, ближайшій берегъ можетъ быть опредѣленъ руководствуясь изложеннымъ въ § 143, а противуположный, какъ объяснено въ § 144.

§ 146. При производствѣ подробной хозяйственной съёмки, способъ, описанный нами въ § 143, въ особенности часто употребляется, при чемъ разстоянія ОА, ОВ, ОС..... (чер. 137) до различныхъ пунктовъ мѣстности измѣряются 100 саженнымъ шнуромъ (§ 25). Дѣйствіе, въ семъ случаѣ, располагается слѣдующимъ образомъ: по составленіи треангуляціи и по опредѣленіи ею точекъ мѣстности, находящихся не далѣе 200 саж. одна отъ другой, мензулу оріентируютъ послѣдовательно на каждой изъ нихъ. Съёмщикъ обходитъ сперва всѣ контуры, находящіяся вокругъ его мензулы не далѣе 100 саж. и оставляетъ на всякомъ замѣчательномъ изгибѣ оныхъ по маленькому колышку подъ нумеромъ, для того, чтобы одинъ изъ его прислуги зналъ, гдѣ именно слѣдуетъ ему становиться съ вѣхою. Всякій разъ, когда сей послѣдній перейдетъ съ вѣхою съ одного мѣста на другое, съёмщикъ наводитъ на нее алидаду и вмѣстѣ съ тѣмъ приказываетъ тянуть шнуръ (катушка коего становится возлѣ самой мензулы), по направленію прямолинейному на вѣху. По мѣрѣ какъ шнуръ съ катушки разматывается, съёмщикъ считаетъ число саженей по замѣткамъ на немъ сдѣланнымъ, и оказавшуюся длину разстоянія откладываетъ циркулемъ на протянутой имъ линіи. Для успѣшнѣйшей работы полезно имѣть два шнура, дабы пока одинъ будетъ наматываться на катушку, имѣть между тѣмъ возможность измѣрять разстояніе до другой точки мѣстности.

§ 147. Все сказанное въ предшедшемъ § объ употребленіи шнура, примѣняется къ дальномѣру (§ 112—118) съ тою только разницею, что на каждой опредѣляемой точкѣ вмѣсто вѣхи, ставятъ отвѣсно рейку (чер. 94). Наведеніе на нее трубы дастъ въ одно и тоже

время возможность провести на мензулѣ линію, по коей должно откладывать длину разстоянія, такъ и опредѣлить число саженей въ оном заключающееся. По точности и скорости, съ каковою производится съёмка въ семъ случаѣ, желательно, чтобы этотъ полезный инструментъ вошелъ у насъ въ Россіи во всеобщее употребленіе.

§ 148. 4-й способъ. *Съёмка контуры засѣчками.* Пусть ABCD.... (чер. 140) представляетъ снимаемую контуру, M и P двѣ точки, положеніе коихъ на мензулѣ опредѣлено. Мензулу оріентируютъ сперва на одной изъ нихъ, наприм. M и чрезъ соотвѣтствующую ей проводятъ на мензулѣ линію по краю алидады, направляемой послѣдовательно на каждую изъ точекъ A, B, C.....; потомъ переходятъ на другую точку P, и по оріентированіи мензулы, опредѣляютъ всѣ вышесказанныя точки засѣчками впередъ. Послѣ того останется самую контуру изобразить, какъ объяснено было въ § 143 (*).

Этотъ способъ весьма часто употребляется въ тѣхъ случаяхъ, когда изображаемый предметъ ограниченъ прямыми линіями, или кривыми, близко къ нимъ подходящими. Особенно же въ употребленіи онаго встрѣчается надобность, когда съёмщикъ не имѣетъ дальномѣра, а между тѣмъ мѣстныя препятствія не дозволяютъ измѣрять линіи цѣпью или шнуромъ, какъ наприм. на мѣстности пересѣченной утесами, при съёмкѣ рѣкъ и ручьевъ пролегающихъ по топкимъ

(*) Нѣтъ надобности, чтобы на всѣхъ точкахъ A, B, C..... были поставлены вѣхи: достаточно будетъ приказать одному изъ прислуги, переходить съ вѣхою съ одной точки на другую, и занимать опять тѣже мѣста, когда снимающій перейдетъ съ мензулою на вторую точку стоянія.

мѣстамъ или болотамъ, при съёмкѣ озеръ, берега коихъ покрыты лѣсомъ и т. п.

§ 149. Опредѣленіе точекъ обратными засѣчками, можно также съ пользою примѣнить къ съёмкѣ контуръ. Такъ наприм. положимъ, что ABCD.... (чер. 129) представляетъ снимаемую контуру, A и B двѣ точки, положеніе коихъ на мензулѣ дано; мензулу оріентируютъ на одной изъ нихъ наприм. B и проведя линію направленія на точку C, переносятъ ее на сію послѣднюю, положеніе коей опредѣляется обратною засѣчкою (см. § 124, 2) съ точки A. Такимъ же образомъ поступятъ при опредѣленіи точекъ D, E.... Само собою разумѣется, что нѣкоторыя изъ точекъ снимаемой контуры могутъ быть опредѣлены обратными засѣчками, а другія засѣчками впередъ, чрезъ что ускорится дѣйствіе и, сверхъ того, получится возможность избѣгнуть острыхъ засѣчекъ. Такъ наприм. направя алидаду изъ точки B на C и D, перейдутъ на пунктъ D, который опредѣлятъ обратною засѣчкою съ точки A, а положеніе точки C засѣчкою впередъ. Изъ точки же D, означивъ на мензулѣ направленія E, F и G, перенесутъ мензулу на точку F, положеніе коей опредѣлятъ обратною засѣчкою съ точки A, а прочія засѣчками впередъ.

II. О производствѣ мензульной съёмки, основанномъ на разбивкѣ всей мѣстности рядомъ параллельныхъ линій.

§ 150. Сей способъ производства хозяйственной подробной съёмки, употребляемый землемѣрами у насъ въ Остзейскихъ провинціяхъ и въ Финляндіи, состоитъ въ томъ, что по разбивкѣ всей мѣстности на квадрат-

ные участки такой величины, чтобы каждый изъ нихъ могъ помѣститься на мензульной доскѣ, вмѣсто измѣренія базиса и составленія треангуляціи, какъ объяснено было въ § 135, провѣшиваютъ въ каждомъ изъ нихъ рядъ параллельныхъ линій, которыя измѣряютъ цѣпью и въ тоже время вколачиваютъ колья, въ равныхъ разстояніяхъ одни отъ другихъ. Всѣ сіи точки, будучи опредѣлены на мензулѣ отложеніемъ линій по масштабу, замѣнятъ точки треангуляціи; послѣ чего вносятся контуры и прочіе предметы. Объяснимъ всѣ сіи дѣйствія съ нѣкоторыми подробностями.

§ 151. Разбивка всего снимаемаго пространства на квадратные участки, совершается сходно съ тѣмъ, какъ описано было въ § 134, 3, именно: сперва провѣшиваютъ *магистральную* линію AG (чер. 141) преимущественно по направленію полуденной линіи, или линіи къ ней перпендикулярной, и при томъ такъ, чтобы она пролегала приближенно по срединѣ дачи. Въ случаѣ, если ширина каждой изъ сихъ половинъ, выраженная по масштабу съёмки, болѣе величины бока мензульной доски (т. е. 4-хъ верстъ, предполагая, что съёмка производится въ масштабѣ 100 саж. въ дюймѣ, а ширина доски=20 дюйм.), тогда чрезъ точку D, находящуюся на срединѣ упомянутой линіи, провѣшиваютъ въ положеніи перпендикулярномъ другую магистральную линію WO. Послѣ того, начиная отъ точки D, измѣряютъ цѣпью каждую изъ частей магистральныхъ линій и при производствѣ сего дѣйствія, въ точкахъ C, B, E, F, K, H, I, отстоящихъ одна отъ другой въ разстояніи длины участка (планшета) вкапываютъ свайки (*). Перпендикуляры, возставленные

(*) Въ случаѣ, если одна изъ магистральныхъ линій пересѣкается

изъ сихъ точекъ къ магистральнымъ линіямъ и провѣшенные чрезъ всю дачу, разложатъ ее на требуемые квадратные участки (планшеты).

§ 152. По разбивкѣ такимъ образомъ всей мѣстности на участки, означаютъ границы каждаго изъ нихъ на особой мензулѣ, поступая какъ было объяснено въ § 140. Пусть квадратъ BCLM (чер. 142) представляетъ одинъ изъ нихъ: съёмщикъ проведя на мензулѣ прямую *bc* параллельно краю доски, становитъ мензулу на точкѣ B и по оріентированіи оной по линіи *bc* (соблюдая, чтобы точка *b* находилась отвѣсно надъ точкою B), наводитъ алидаду чрезъ *b* на точку M. Проведя черту *bm*, измѣряетъ со всѣмъ тщаніемъ линію BC и откладываетъ по масштабу длину ея на линіи *bc*. На точкѣ C вторично оріентируетъ мензулу и чертитъ уг. *lcb*=LCB, подобно какъ на точкѣ B. Линію CL измѣряетъ цѣпью и отложивъ длину ея по масштабу по линіи *cl* оріентируетъ опять мензулу на точкѣ L, гдѣ чертитъ уг. *clm*=CLM. Хотя границы участка (планшета) чрезъ проведеніе линіи *lm* совершенно опредѣлятся, однакоже для повѣрки дѣйствія онъ измѣряетъ линію LM и MB, а на точкѣ M онъ снова оріентируетъ мензулу, для того, чтобы удостовѣриться, выражаетъ ли по масштабу длина *lm* и *bm* найденное число саженей, заключающееся въ LM и MB, а уг. *lmb* равняется ли углу LMB (*). Въ случаѣ, если ни то,

---

какимъ-либо естественнымъ препятствіемъ, какъ наприм. рѣкою, болотомъ и т. п., то при измѣреніи, выбираютъ на магистральной линіи по обѣ стороны препятствія двѣ точки, и опредѣляютъ разстояніе между ними посредствомъ засѣчекъ, какъ сказано было въ примѣч. на стр. 136.

(*) Такимъ же образомъ поступаютъ при означеніи границъ *не полныхъ планшетовъ*, т. е. примыкающихъ къ краямъ дачи, какъ

ни другое не выполняется, то для отысканія, гдѣ именно сдѣлана была погрѣшность, вторично измѣряютъ всѣ линіи и опредѣляютъ углы.

При производствѣ же самаго измѣренія цѣпью всѣхъ границъ участка, вколачиваютъ колья G, H, I... въ разстояніи 150, 200 и даже 300 саж. (смотря потому, много ли, или мало имѣется контуръ на снимаемой мѣстности), при чемъ соблюдаютъ, чтобы колья были вбиты на одной изъ линій, наприм. LM, въ томъ же самомъ разстояніи одни отъ другихъ, въ какомъ находятся на линіи BC ей противуположной, т. е. чтобы BG=MG′, GH=G′H′, HI=H′I′ и т. д. Положеніе всѣхъ точекъ, гдѣ вбиты колья, опредѣляется на мензулѣ отложеніемъ по масштабу соотвѣтствующихъ разстояній.

§ 133. Обойдя границу участка и вколотивъ колья, какъ сказано было выше, приступаютъ къ провѣшенію *ряда параллельныхъ линій* GG′, HH′, II′. . . . Для выполненія этого, возставляются перпендикуляры изъ точекъ G, H, I . . . . къ линіи BC; такъ наприм. находясь на точкѣ G, сперва чертятъ на мензулѣ линію *gg′* перпендикулярную къ *bc*; потомъ оріентируютъ мензулу по линіи *bc* и приставивъ алидаду къ прямой *gg′*, провѣшиваютъ линію по направленію колимаціонной плоскости алидады. Каждый изъ провѣшенныхъ такимъ образомъ перпендикуляровъ, измѣряютъ цѣпью и въ тоже время вколачиваютъ, какъ прежде, колья, въ разстояніи 150, 200 и даже 300 саж., по усмотрѣнію. Положеніе сихъ

наприм. ABMR, RMT (чер. 141), съ тою только разницею, что обходятъ не самыя границы дачи, но ломаныя линіи, лежащія въ недальнемъ отъ нихъ разстояніи внутри или внѣ дачи, соблюдая, чтобы сіи ломаныя, по мѣрѣ возможности состояли изъ наименьшаго числа прямыхъ.

точекъ опредѣляется на мензулѣ отложеніемъ по масштабу соотвѣтствующихъ между ними разстояній. Всѣ колья перемѣчаются зарубками, а точки на мензулѣ цифрами, сходно съ числомъ зарубокъ. Если перпендикуляры были возставлены, провѣшены и измѣрены съ совершенною точностію, то каждый изъ нихъ долженъ пройдти чрезъ точку означенную коломъ, находящимся на противуположной границѣ участка, а длина его выразится по масштабу длиною линіи, соотвѣтствующей на мензулѣ. Въ противномъ же случаѣ необходимо изслѣдовать причину погрѣшности, ибо могутъ произойдти слѣдующіе случаи:

1) Если окажется, что одинъ изъ провѣшенныхъ перпендикуляровъ, наприм. возставленный изъ G (чер. 142), пройдетъ не чрезъ точку G′, но чрезъ точку x, и если на мензулѣ та линія, по коей на точкѣ G провѣшена была линія, находится въ такомъ же разстояніи по масштабу отъ точки g', въ какомъ G′ находится отъ x, то это можетъ произойдти или отъ того, что на мензулѣ была проведена помянутая линія не перпендикулярно къ bc, или отъ того, что самый участокъ не прямоуголенъ. Въ томъ и другомъ случаѣ, надобно разсматривать дѣйствіе исполненнымъ вѣрно, а потому достаточно будетъ переставить только колъ G′ въ точку x.

2) Если же на мензулѣ возставленный изъ точки g перпендикуляръ проходитъ чрезъ точку g', а въ натурѣ провѣшенная линія минуетъ колъ G′, то это можетъ произойдти или отъ того, что вѣшеніе произведено не съ требуемою точностію, или отъ того, что на точкѣ G мензула была ошибочно оріентирована. Въ томъ и другомъ случаѣ надобно разыскать причину погрѣшности и потомъ исправить оную.

Наконецъ, 3) если длина измѣреннаго перпендикуляра GG′ не соотвѣтствуетъ по масштабу длинѣ линіи *gg′*, на мензулѣ, то это послужитъ признакомъ или сдѣланной ошибки въ счетѣ отложенныхъ цѣпей, или неакуратнаго измѣренія, или наконецъ того, что съёмщикъ откладывалъ на мензулѣ длину самыхъ линій, а не величину горизонтальныхъ ихъ проложеній, руководствуясь изложеннымъ въ § 29. Этого рода погрѣшности должны непремѣнно быть исправлены вторичнымъ измѣреніемъ перпендикуляра.

§ 154. Въ то время, когда измѣрялись цѣпью границы участка, такъ же какъ и параллельныя линіи, съёмщикъ означаетъ на мензулѣ всѣ тѣ контуры, кои пересѣкаютъ оныя, или находятся въ весьма близкомъ отъ нихъ разстояніи. По провѣшеніи же и измѣреніи по вышесказанному всѣхъ параллельныхъ линій, съёмщикъ приступаетъ къ нанесенію всѣхъ прочихъ подробностей мѣстности, находящихся между параллелями. Это дѣйствіе совершается весьма просто и даже механически: мензула ориентируется на каждой точкѣ означенной вбитымъ коломъ и воткнувъ тонкую иглу въ точку соотвѣтствующую точкѣ стоянія, направляется алидада послѣдовательно на всѣ точки изгибовъ контуръ, находящихся отъ мѣста стоянія не далѣе, какъ на половинѣ разстоянія между параллельными линіями: послѣ того всѣ точки сіи опредѣляются засѣчками съ слѣдующей точки стоянія, какъ то съ достаточною подробностію было объяснено въ § 148, ближайшія же контуры отъ мѣста стоянія, въ особенности, когда мѣстность ровная, опредѣляются шнуромъ, руководствуясь изложеннымъ въ §§ 143 и 146.

Впрочемъ при производствѣ сего рода съёмки, всего

удобнѣе и точнѣе, означать на мензулѣ контуры и всѣ прочія подробности, посредствомъ дальномѣра, какъ было описано нами въ § 147.

§ 155. Сравнивая сей способъ производства съёмки съ прежде нами описаннымъ, легко можно замѣтить какъ недостатки, такъ и выгоды одного изъ нихъ предъ другимъ. Главнѣйшіе недостатки способа, теперь нами изложеннаго, состоятъ въ томъ, что при обходѣ границъ участка (см. § 152), и при измѣреніи параллельныхъ линій, съёмщикъ долженъ потратить много времени (а въ особенности, когда окажутся погрѣшности, и потому встрѣтится надобность передѣлывать работу снова), не рѣдко ходить по поясъ въ болотѣ, рубить безъ всякой надобности лѣса и кустарники и даже топтать не снятый съ полей хлѣбъ, и все съ тою только цѣлію, чтобы опредѣлить на мензулѣ положеніе точекъ, тогда какъ онъ достигнулъ бы того же самаго, въ скорѣйшее время и даже съ большею точностію, чрезъ составленіе треангуляціи.

Выгоды же состоятъ въ томъ, что во 1-хъ, ходъ дѣйствія, не взирая на свою продолжительность, весьма простъ и съёмка производится механически: отъ съёмщика не требуется той смѣтливости, какую долженъ имѣть производящій съёмку основанную на треангуляціи, ибо въ послѣдней, выборъ какъ точекъ, такъ и пріемовъ для означенія контуръ, зависитъ совершенно отъ его навыка и умѣнья. Во 2-хъ, можно производить съёмку съ удовлетворительною точностію такою мензулою, которая не имѣетъ ни микрометреннаго винта, ни подъемныхъ винтовъ для приведенія доски въ горизонтальное положеніе, ибо вѣрность опредѣленія главныхъ точекъ, зависитъ не столько отъ точнаго оріентированія

мензулы, сколько отъ вѣрнаго измѣренія линій. Въ 3-хъ, при производствѣ съёмки можно довольствоваться простою алидадою, тогда какъ для точнаго составленія треангуляціи, необходимо имѣть весьма хорошій кипрегель по часто встрѣчающейся надобности визировать на точки весьма отдаленныя, которыя бываетъ затруднительно и даже невозможно усматривать простыми глазами; и наконецъ въ 4-хъ, описанный нами теперь способъ въ особенности бываетъ полезенъ въ томъ случаѣ, когда мѣстность покрыта лѣсомъ или кустарникомъ, заключающимъ внутри множество мелочныхъ контуръ, какъ то: пашенъ, лужаекъ, рытвинъ и т. п., ибо тогда пересѣкши ее рядомъ параллельныхъ линій, какъ было выше объяснено, и переходя потомъ съ мензулою съ одной точки на другую, получится возможность означить всѣ сіи предметы на планѣ и избѣжать *пропусковъ*, каковые легко могли бы произойдти, еслибы стали составлять треангуляцію. Напротивъ сей способъ вовсе бываетъ неудобенъ для съёмки большей части дачъ въ нашихъ велико-россійскихъ губерніяхъ, гдѣ рѣдко встрѣчаются мелкія контуры, но гдѣ поля, луга и прочіе предметы мѣстности занимаютъ обширныя пространства.

§ 156. Въ заключеніе о производствѣ подробной съёмки мензулою присовокупимъ, что по окончаніи дневной работы, съёмщикъ долженъ поставить себѣ за правило, всѣ снятые имъ предметы и контуры обвести тушью (исключая каменныхъ зданій и канавъ, изъ коихъ первые вытягиваются карминомъ, а вторыя лазурью), соображаясь съ принятыми условными знаками.

§ 157. Если мензульная съёмка производилась по 1-му способу, т. е. какъ объяснено было въ §§ 132—149, то повѣрка снятаго плана, дѣлается слѣдующимъ

образомъ: мензулу оріентируютъ на одной изъ опредѣленныхъ точекъ, и чрезъ соотвѣтствующую ей точку на мензулѣ визируютъ алидадою на всѣ видимые предметы мѣстности: если край алидады будетъ проходить чрезъ соотвѣтствующія имъ точки плана, то это послужитъ признакомъ вѣрности дѣйствія. Для строжайшей повѣрки, полезно по оріентированіи мензулы, направить алидаду на какой нибудь отдаленный предметъ и проведя карандашемъ по краю линейки черту, измѣрить цѣпью эту линію: если всѣ предметы и контуры пересѣкающіе оную, окажутся на планѣ на соотвѣтствующихъ мѣстахъ, то это удостовѣритъ въ точности дѣйствія. Вмѣсто оріентированія мензулы на одноіі изъ опредѣленныхъ точекъ, можно ставить ее на произвольно выбранномъ мѣстѣ, и по опредѣленіи положенія онаго обратною засѣчкою (§§ 125—127) съ извѣстныхъ уже точекъ, поступить по вышесказанному.

Если же мензульную съёмку производили разбивая всю мѣстность рядомъ параллельныхъ линій, то для повѣрки, достаточно взять какія либо двѣ точки на разныхъ параллеляхъ, означенныя кольями (§ 153), и потомъ измѣрить цѣпью разстояніе между ними. Если какъ длина сей линіи, такъ и разстоянія между всѣми точками, въ коихъ предметы и контуры ее пересѣкаютъ, выражаются на планѣ по масштабу, то это послужитъ достаточнымъ признакомъ вѣрности съёмки.

Е. Объ изображеніи на планахъ ситуаціи.

§ 158. Способы означенія на планѣ всѣхъ видоизмѣненій земной поверхности, извѣстныхъ подъ именемъ *ситуаціи* (*), различествуетъ отъ вышеизложенныхъ

(*) Хотя большая часть землемѣровъ, сходно съ старинными ме-

правилъ изображать контуры и прочіе предметы мѣстности, тѣмъ, что послѣдніе основаны непосредственно на геометрическихъ правилахъ черченія фигуръ подобныхъ даннымъ, тогда какъ неровности мѣстоположенія не иначе могутъ быть изображены на бумагѣ, какъ посредствомъ однихъ только условныхъ знаковъ.

На военно-топографическихъ планахъ, снимаемыхъ у насъ въ Россіи, принято изображать ситуацію по методѣ *Лемана*, которая признана нынѣ почти во всей Европѣ наиболѣе удобною. Такъ какъ этотъ способъ черченія горъ тѣсно связанъ съ самымъ ходомъ производства съёмки, то мы считаемъ полезнымъ дать о немъ общее понятіе.

§ 159. Леманъ принялъ за правило изображать всѣ неровности мѣстоположенія одними токмо штрихами, такъ, чтобы изъ направленія сихъ штриховъ можно было видѣть, въ которую сторону склоняется покатость, а изъ толстоты ихъ заключать о степени ея крутизны. Для достиженія послѣдняго условія, онъ вообразилъ, что вся мѣстность освѣщается рядомъ параллельныхъ лучей, перпендикулярныхъ къ горизонтальной плоскости: при этомъ предположеніи, всѣ мѣста отлогія будутъ освѣщены сильнѣе, а мѣста крутыя слабѣе, ибо извѣстно, что всякая плоскость будетъ освѣщена въ наибольшей степени тогда, когда лучи свѣта падаютъ на нее совершенно перпендикулярно, и въ тѣмъ меньшей, чѣмъ лучи свѣта падаютъ на нее косвеннѣе. И такъ,

---

жевыми инструкціями, *ситуаціею* называютъ всѣ подробности (детали) мѣстности, однакоже мы подъ этимъ словомъ будемъ впредь подразумѣвать однѣ только неровности земной поверхности, какъ то: горы, долины, овраги, и проч., сходно съ тѣмъ, какъ принято оно всѣми военными съёмщиками.

чтобы доставить возможность по плану судить о степени крутизны покатостей, оставалось Леману толстотою штриховъ выразить степень тѣни, а промежутками между ними бѣлой бумаги степень свѣта. Онъ было сперва пытался между толстотою штриховъ и бѣлыми промежутками между ними соблюсти тоже самое отношеніе, въ какомъ степень тѣни содержится къ степени свѣта на покатостяхъ наклоненныхъ подъ различными углами и освѣщенныхъ лучами свѣта, падающихъ на мѣстность по направленію отвѣсныхъ линій, однакоже всѣ такія попытки оказались неудовлетворительными; въ слѣдствіе чего, вмѣсто соблюденія со всею строгостію помянутаго содержанія, онъ принялъ за правило:

1) Чтобы всѣ покатости свыше 45°, были изображаемы полною, тѣнью т. е. покрываемы черною тушью, какъ мѣста, имѣющія общій характеръ неприступности.

2) Чтобы тѣнь содержалась къ свѣту, или что все равно, толстота штриха, къ ширинѣ промежутка между ними заключающагося, какъ уголъ θ наклоненія покатости къ дополненію сего угла до 45°, т. е. какъ $\theta^0 : 45^0 - \theta^0$. Посему, если условимся означать на планѣ покатости отъ 5° до 5°, то будутъ для толстоты штриховъ слѣдующія пропорціи:

для	5°	какъ	5 : 40	или	1 : 8
—	10	—	10 : 35	—	2 : 7
—	15	—	15 : 30	—	3 : 6
—	20	—	20 : 25	—	4 : 5
—	25	—	25 : 20	—	5 : 4
—	30	—	30 : 15	—	6 : 3
—	35	—	35 : 10	—	7 : 2
—	40	—	40 : 5	—	8 : 1
—	45	—	45 : 0	—	9 : 0

На чер. 152, представлена шкала штриховъ, состав-

ленная на основаніи сихъ пропорцій. Рисовальщикъ, пріобрѣтшій навыкъ владѣть перомъ и имѣющій эту шкалу предъ глазами, легко вычертитъ ситуацію на своемъ планѣ, если только на ономъ предварительно будутъ означены число градусовъ наклоненія покатостей и направленія штриховъ. Какъ тѣ, такъ и другіе означаются въ полѣ, во время производства самой съёмки, что требуетъ подробнѣйшаго объясненія.

§ 160. Крутизна покатостей, т. е. величина угловъ составляемыхъ ими съ горизонтальною плоскостію, опредѣляется *высотомѣромъ*, устройство и употребленіе коего съ достаточною подробностію было нами описано въ § 30. Для означенія же на планѣ направленія штриховъ, изображаютъ сперва на немъ тѣ кривыя линіи, которыя бы образовались на поверхности горы, еслибы пересѣкли ее рядомъ горизонтальныхъ плоскостей; послѣ чего, между каждыми двумя таковыми линіями, проводятъ штрихи такъ, чтобы они были къ нимъ перпендикулярны. Причиною этому служитъ слѣдующее:

Мы уже сказали, что по условію всѣ штрихи должны быть проведены на планѣ такимъ образомъ, чтобы по направленію ихъ можно было заключить, въ которую сторону склоняется покатость, или что все равно, какое направленіе принимаетъ стекающая съ покатости вода. Но всякое свободно катящееся тѣло по наклонной плоскости, или даже по какой бы ни было поверхности, избираетъ направленіе, составляющее съ горизонтальною плоскостію наибольшій уголъ; такъ наприм. если MN (чер. 145) представляетъ наклонную плоскость, а ON горизонтальную, то свободно пущенное тѣло A покатится по направ-

леню AB, которое съ плоскостію ON составляетъ уголъ большій, чѣмъ всякая другая AB′. Эта линія AB, называемая *линіею наибольшаго паденія* (ligne de la plus grande pente), будетъ перпендикулярна къ линіи HN сѣченія, и вмѣстѣ ко всѣмъ линіямъ CD, EF..... пересѣченія наклонной плоскости съ другими горизонтальными. Опустимъ теперь изъ точекъ M, A, C, D..... перпендикуляры на плоскость ON; прямыя *a*B, *cd*, *ef*,..... изобразятъ горизонтальныя проложенія линій AB, CD, EF.....; очевидно, что линія *a*B будетъ также перпендикулярна къ прямымъ *ma*, *cd*, *ef*,..... И такъ, дабы изобразить на планѣ направленіе линіи *a*B наибольшаго паденія, достаточно знать положеніе прямыхъ *cd*, *ef*.... и обратно, если на планѣ будетъ означено положеніе прямой *a*B, то направленіе линій *cd*, *ef* опредѣлится.

Подобныя заключенія можемъ легко вывести для кривыхъ поверхностей, ибо вообразимъ себѣ гору какой бы то ни было формы, разсѣченную рядомъ горизонтальныхъ плоскостей, взятыхъ въ столь близкомъ разстояніи однѣ отъ другихъ, чтобы каждый поясъ поверхности горы, заключающійся между двумя изъ нихъ, можно было принимать за составленный изъ весьма малыхъ плоскостей, наклоненныхъ подъ различными углами: линіи наибольшаго паденія на каждой таковой плоскости, въ слѣдствіе вышедоказаннаго, будутъ перпендикулярны къ соотвѣтствующимъ ихъ горизонтальнымъ сѣченіямъ. Но еслибы всѣ эти линіи были проэктированы на горизонтальную плоскость, то проложеніе линіи наибольшаго паденія, или что все равно, направленіе штриховъ, были бы перпендикулярны къ проложеніямъ горизонтальныхъ сѣченій.

И такъ, остается объяснить какимъ образомъ на планѣ проводятся линіи горизонтальныхъ сѣченій горы, или такъ называемыя *горизонтали*.

§ 161. Въ то время, когда наносятся контуры предметовъ, изображаются также и главнѣйшіе очерки видоизмѣненій мѣстности, какъ то: положеніе вершинъ, направленіе овраговъ, лощинъ, выдающихся ребръ, и т. п.; сверхъ того отмѣчается соотвѣтствующее число градусовъ покатостей. Выполнить это не трудно, ибо положеніе всѣхъ вершинъ горъ, холмовъ и проч. (или по крайней мѣрѣ большей части изъ нихъ), бываетъ на планѣ извѣстно изъ составленной треангуляціи, точки которой располагаются всегда на этихъ мѣстахъ, какъ наиболѣе возвышенныхъ; овраги же, лощины, выдающіеся ребра и т. п., можно разсматривать какъ кривыя линіи проведенныя на мѣстности, а потому для изображенія ихъ на планѣ должно руководствоваться тѣми же самыми правилами, какъ при означеніи контуръ предметовъ. Когда же какъ тѣ, такъ и другіе будутъ означены, то можно будетъ легко выразить форму горы посредствомъ горизонталей; ибо:

1) Дабы изобразить на планѣ, что точка *c* (чер. 147) лежащая на одной и той же покатости съ точкою *b'* находится выше послѣдней, должно, чтобы горизонталь проходящая чрезъ точку *c*, была проведена между точкою *b'* и вершиною горы.

2) Горизонтали тогда только должны быть проведены въ видѣ прямыхъ между собою параллельныхъ, какъ *bc*, *b'c'*...., когда покатость имѣетъ видъ плоскости, или поверхности цилиндрической (которой образующая линія горизонтальна); въ видѣ кривыхъ *ab*, *a'b'*... дѣлающихъ входящіе углы, тогда, когда на

этомъ мѣстѣ находится лощина или оврагъ, и наконецъ въ видѣ ad, $a'd'$,..... дѣлающихъ исходящіе углы въ томъ случаѣ, когда покатость горы имѣетъ форму выдающейся выпуклости или ребра.

3) Горизонтали изобразятся въ видѣ кривыхъ равно отстоящихъ между собою въ томъ только случаѣ, когда крутизна покатости повсюду одинакова. Но чѣмъ покатость отложе, тѣмъ горизонтали должны далѣе расходиться однѣ отъ другихъ, и напротивъ чѣмъ она круче, тѣмъ болѣе между собою сближаться (*).

(*) Можно даже съ приближенною точностію найдти законъ сближенія и отдаленія каждыхъ двухъ послѣдовательныхъ горизонталей, коль скоро будутъ означены предварительно градусы покатостей. И въ самомъ дѣлѣ, вообразимъ, что часть поверхности горы, заключающаяся между двумя горизонтальными плоскостями, имѣетъ послѣдовательныя наклоненія отъ 5° до 45°. Дабы опредѣлить, въ какомъ отдаленіи должны быть означены на планѣ происходящія отъ того линіи сѣченія, достаточно будетъ найдти длину основаній прямоугольныхъ треуг-въ mnq, mnq', mnq''..... (чер. 143), имѣющихъ общую высоту mn, равную разстоянію между горизонтальными плоскостями, а углы q, q', q''..... соотвѣтственно равные 5°, 10°, 15°..... Длины этихъ основаній выразятся слѣдующими уравненіями:

$$mq=\frac{mn}{\operatorname{tang} 5^\circ},\quad mq'=\frac{mn}{\operatorname{tang}\ 10^\circ},\quad mq''=\frac{mn}{\operatorname{tang}\ 15^\circ},\ldots\ldots$$

Принявъ же основаніе mq, треуг-ка mqn, коего уг. q=5°, за единицу, изъ 1-го уравненія получимъ mn=tang 5°, отъ чего всѣ прочія уравненія обратятся въ

$$mq'=\frac{\operatorname{tang} 5^\circ}{\operatorname{tang} 10^\circ},\quad mq''=\frac{\operatorname{tang}\ 5^\circ}{\operatorname{tang}\ 15^\circ},\quad mq'''=\frac{\operatorname{tang}\ 5^\circ}{\operatorname{tang}\ 20^\circ},\ldots\ldots$$

По выраженіи сихъ уравненій въ числахъ, увидимъ, что для величины основаній вышесказанныхъ треуг-въ, получимъ слѣдующій замѣчательный рядъ:

$$1,\ \tfrac{1}{2},\ \tfrac{1}{3},\ \tfrac{1}{4},\ \tfrac{1}{5},\ \tfrac{1}{7},\ \tfrac{1}{8},\ \tfrac{1}{9},\ \tfrac{1}{11},$$

для 5°, 10°, 15°, 20°, 25°, 30°, 35°, 40°, 45°.

Такимъ образомъ, если $abcde$ (чер. 144) изображаетъ на планѣ на-

§ 162. Многіе неопытные съёмщики, для означенія горизонталей на планѣ, сперва отыскиваютъ по глазомѣру, какія именно точки горы находятся въ одной и той же горизонтальной плоскости, а потомъ опредѣляютъ положеніе сихъ точекъ на планѣ. Но этого отнюдь не должно дѣлать, ибо рядъ точекъ мѣстности, лежащихъ по направленію горизонтальной плоскости, не иначе можно опредѣлить, какъ посредствомъ нивеллировки; отыскивая же положеніе ихъ по глазомѣру, произойдутъ всегда грубыя погрѣшности. Для вѣрнаго изображенія мѣстности, достаточно для съёмщика, чтобы онъ осмотрѣлъ со вниманіемъ гору, означилъ на планѣ направленіе всѣхъ лощинъ, и замѣтивъ относительныя высоты точекъ однѣхъ надъ другими, выразилъ главную форму горы сперва посредствомъ малаго числа горизонталей, а потомъ исправилъ направленіе ихъ и дополнилъ промежуточными. Но чтобы не ошибиться въ заключеніи объ относительныхъ высотахъ точекъ, съ пользою можетъ быть употреблена самая мензула, ибо для этого нужно, по приведеніи ея доски въ горизонтальное положеніе, замѣтить, находятся ли точки мѣстности по направленію доски, или лежатъ выше или ниже.

§ 163. Если подробная хозяйственная съёмка производится съ тою только цѣлію, чтобы привести въ извѣстность количество земли, находящейся подъ пашнею, лугами, лѣсами и т. п. угодьями, то безполезно означать на планѣ ситуацію, исключая токмо овраговъ,

---

правленіе одной изъ проведенныхъ горизонталей, а углы наклоненій покатости равняются означеннымъ на чертежѣ, то для проведенія чрезъ точку a' горизонтали надлежитъ отложить $ee'=\frac{1}{2}aa'$, $bb=\frac{1}{3}aa'$, $dd'=\frac{1}{4}aa'$, $cc'=\frac{1}{5}aa'$, и послѣ того, точки a', b', c', d'..... соединить кривою линіею.

скалъ, и вообще неудобныхъ мѣстъ, ибо въ противномъ случаѣ, черченіе штрихами затемнитъ контуры, которыя составляютъ главнѣйшій предметъ самой съёмки. Если же при производствѣ хозяйственной съёмки имѣется въ виду доставить ясное понятіе не только о количествѣ земли, находящейся въ разнаго рода угодьяхъ, но вообще и о свойствахъ самой мѣстности (*), тогда означеніе на планѣ ситуаціи будетъ необходимо. Но и въ семъ случаѣ, дабы сходно съ вышесказаннымъ, не затемнить контуръ, полезно выпускать покатости весьма отлогія, и даже можно измѣнить самую шкалу штриховъ, предложенную Леманомъ (см. стр. 183), принимая за наименьшій предѣлъ слабыхъ покатостей не 5°, но 10°, по той причинѣ, что всякая мѣстность, на коей не имѣется покатостей свыше 5°, можетъ быть разсматриваема въ хозяйственномъ отношеніи, какъ совершенно ровная. Наконецъ, въ облегченіе съёмщиковъ, можно даже допускать при отдѣлкѣ хозяйственныхъ плановъ, чтобы всѣ покатости были вычерчиваемы тонкими и рѣдкими штрихами, а потомъ, смотря по степени крутизны оныхъ, оттѣняемы жидкою тушью.

(*) Равнины, горы и вообще всѣ неровности мѣстоположенія, подобно грунту земли, свойству почвы и подпочвы, принадлежатъ къ числу тѣхъ элементовъ, которые принимаются во вниманіе при оцѣнкѣ земель для кадастраціи и даже для самой размежевки чрезполосныхъ владѣній.

ГЛАВА V.

Объ Астролябіи.

А. Устройство и употребленіе Астролябіи.

§ 164. *Астролябія* принадлежитъ къ разряду наиболѣе употребительныхъ у насъ въ Россіи угломѣрныхъ инструментовъ. Устройство ея, равно какъ и большей части геодезическихъ орудій, основано на геометрическихъ началахъ измѣренія угловъ дугами круга, именно: если въ плоскости измѣряемаго угла АСВ (чер. 148) будетъ помѣщенъ кругъ раздѣленный на градусы и имѣющій движущійся діаметръ aa', и если сей послѣдній будетъ направленъ сперва по линіи АС, а потомъ по линіи ВС, то окопечность его опишетъ дугу ab или $a'b'$, которой число градусовъ изобразитъ величину угла АСВ. Но еслибы предположили, что А, С и В, суть точки мѣстности, лежащія въ наклоненной плоскости и требовалось опредѣлить не величину самаго угла АСВ, но горизонтальнаго его проложенія, то все различіе въ дѣйствіи состояло бы только въ томъ, что надлежало бы плоскость упомянутаго круга привести не въ плоскость

опредѣляемаго угла, но въ положеніе горизонтальное, а движущійся діаметръ направлять такъ, чтобы онъ, при первомъ и второмъ положеніи, совпадалъ съ отвѣсными плоскостями, проведенными чрезъ С, А и С, В.

§ 165. Астролябія состоитъ изъ мѣднаго круга М (чер. 149) величиною отъ 6 до 12 дюймовъ въ діаметрѣ, раздѣленнаго на градусы и соединеннаго съ своею срединою нѣсколькими радіусами, сдѣланными съ нимъ изъ одного куска металла. Около центра сего круга, называемаго *лимбомъ*, движется линейка или *алидада*, длиною нѣсколько менѣе его діаметра. На концахъ ея укрѣпляются два діоптра А, А′ (см. прим. на стр. 34), называемые *подвижными;* къ краямъ же лимба, по направленію діаметра проходящаго чрезъ 0° и 180° градуснаго дѣленія, прикрѣпляются другіе два діоптра В, В′, именуемые *неподвижными*. На одномъ концѣ алидады, по направленію ея *колимаціонной плоскости*, т. е. проходящей чрезъ подвижные діоптры, означается черта, называемая *показателемъ*. Главное условіе, соблюдаемое при утвержденіи діоптровъ состоитъ въ томъ, чтобы въ то время, когда показатель будетъ поставленъ на нулѣ градусной подписи лимба, всѣ четыре волоска и четыре ряда скважинъ (или узкіе прорѣзы) находились въ одной и той же плоскости, перпендикулярной къ поверхности лимба и проходящей чрезъ его центръ. Очевидно, что если это условіе выполняется, то по наведеніи неподвижныхъ діоптровъ на какой-либо предметъ, а подвижныхъ на другой, показатель алидады будетъ находиться на томъ градусномъ дѣленіи лимба, какое соотвѣтствуетъ числу градусовъ требуемаго угла.

§ 166. Къ срединѣ алидады придѣлывается простая буссоль (компасъ), т. е. низкая цилиндрическая короб-

ка, закрываемая плотно крышкою со стекломъ и имѣющая внутри высеребренное кольцо, раздѣленное на градусы; въ центрѣ сего кольца утверждается отвѣсно шпиль, на коемъ обращается магнитная стрѣлка. На днѣ буссоли проводятся два діаметра взаимно перпендикулярные и при томъ такъ, чтобы одинъ изъ нихъ находился по направленію плоскости проходящей чрезъ подвижные діоптры; на оконечности сего діаметра вырѣзываются буквы N и S, а на оконечностяхъ другаго буквы W и O. Сіи буквы означаютъ Nord, Sud, West и Ost (*). На выше же упомянутомъ кольцѣ, тѣ градусныя дѣленія, которыя находятся на продолженіи діаметра NS, означаются нулями, а градусная подпись располагается отъ каждаго нуля въ обѣ стороны до 90°, какъ представлено на чер. 156 (**).

§ 167. Въ заключеніе надлежитъ сказать, что астролябія всегда утверждается на штативѣ, состоящемъ, по большей части, изъ *трепожника* и *баксы* или трубки съ яблокомъ (чер. 57), какъ описано нами было въ § 65. На верхнюю оконечность сего снаряда надѣвается астролюбія трубкою K къ ней придѣланною на глухо, и укрѣпляется въ положеніи неподвижномъ посредствомъ винта Q.

§ 168. Для доставленія возможности опредѣлять величину угла въ мельчайшихъ доляхъ градуса, на концѣ

(*) Впрочемъ эти буквы не только не приносятъ никакой пользы при записываніи румбическихъ угловъ, но напротивъ вводятъ неопытныхъ съёмщиковъ въ грубыя ошибки, какъ то мы увидимъ въ послѣдствіи.

(**) Изъ сего описанія явствуетъ, что алидада съ буссолью, отдѣльно разсматриваемая, есть не иное что, какъ *буссоль съ діоптрами* (см. § 64), и различествуетъ отъ сей послѣдней только одною градусною подписью.

алидады вмѣсто упомянутой черты (§ 165) или *показателя*, вырѣзывается особаго рода масштабъ, называемый *верньеромъ* или *нонiусомъ* (по имени его изобрѣтателей Верньe и Нуннеца). Теорiя онаго состоитъ въ слѣдующемъ:

Вообразимъ себѣ, что взяты двѣ линейки ab и AB (чер. 150) одинаковой длины, и что одна изъ нихъ ab раздѣлена на произвольное число n равныхъ между собою частей, а другая на число частей единицею менѣе, т. е. на $n-1$. Изобразимъ величину каждой части линейки ab буквою t, а величину части другой линейки буквою T. Очевидно, что вся длина нижней линейки AB, выразится чрезъ $(n-1).T$, а длина верхней ab, чрезъ nt. Но по условiю AB$=ab$, слѣд.

$$(n-1)T=nt.$$

Развернувъ скобку, будетъ

$$nT-T=nt;$$

потомъ раздѣливъ на n, получимъ

$$T-\frac{T}{n}=t,$$

откуда $T-t=\frac{T}{n}$.

Это уравненiе показываетъ, что разность между частьми нижней и верхней линейки равна $\frac{T}{n}$, т. е. $n-1$ доли части AC. Такимъ образомъ, предположивъ длину линеекъ ab=AB$=\frac{9}{10}$ дюйма, и что нижняя линейка AB раздѣлена на 9 частей, изъ копхъ каждая равна десятой доли дюйма, а верхняя ab (называемая верньеромъ или нонiусомъ) на 10 частей, величина части нижней линейки будетъ превосходить величину части верхней, количествомъ $\frac{0,1}{10}$ или $\frac{1}{100}$ дюйма. И такъ, если передвинемъ нонiусъ вправо на столько, чтобы черта его c, совпала съ чертою C, то черта a отойдетъ отъ черты A на

сотую долю дюйма; если 2-я его черта d совпадетъ съ чертою D, то a отойдетъ отъ A на двѣ сотыя; еслибы 7-я его черта совпала съ какою бы то ни было чертою линейки AB, то черта a отошла бы отъ первой черты влѣво отъ ней находящейся на семь сотыхъ дюйма и т. д.

Для примѣненія сей остроумной теоріи къ угломѣрнымъ орудіямъ, достаточно на концѣ алидады MM′ (чер. 153) (дѣлаемомъ обыкновенно въ видѣ дуги одноцентренной съ дугою AB лимба), означить двѣ черточки a и b, въ такомъ разстояніи одна отъ другой, чтобы онѣ въ одно и то же время совпадали съ какими либо двумя чертами A и B дѣленія лимба, и потомъ раздѣлить всю дугу ab на равныя между собою части, число коихъ было бы единицею болѣе числа частей заключающихся въ дугѣ AB. Если число частей нонiуса изобразимъ какъ прежде, чрезъ n, а градусную величину части лимба чрезъ T, то въ слѣдствіе выше изложеннаго, избытокъ сей послѣдней надъ частью нонiуса будетъ $=\frac{T}{n}$.

Объяснимъ примѣромъ: предположимъ, что лимбъ раздѣленъ на градусы, и каждый градусъ пополамъ, а дуга ab нонiуса (соотвѣтствующая 29 такимъ частямъ или $14\frac{1}{2}^0$), раздѣлена на 30 частей. Очевидно, что $T=\frac{1}{2}^0$ или 30′, и $n=30$; слѣд. избытокъ части лимба надъ частью нонiуса будетъ $=\frac{30'}{30}=1'$. И такъ, если алидадѣ дадимъ такое положеніе, что наприм. 6-я его черта (считая отъ черты a вправо) будетъ совпадать съ какою нибудь чертою лимба, то черта a будетъ отстоять отъ первой черты лимба влѣво ея находящейся на 6′.

Во всѣхъ угломѣрныхъ снарядахъ (исключая астролябіи), одна изъ крайнихъ черточекъ нонiуса, называе-

мая *показателемъ*, означается нулемъ (*). При измѣреніи угла число градусовъ отсчитывается на лимбѣ по показателю (**), а число минутъ опредѣляется, какъ выше объяснено, изъ того, какая именно черта нонiуса совпала съ дѣленіемъ лимба.

На астролябіяхъ же, принято означать нулемъ не крайнюю, но среднюю черту нонiуса, какъ представлено на чер. 154. Сія черта должна совпадать съ нулемъ градусной подписи лимба, въ то время, когда подвижные діоптры будутъ приведены въ плоскость неподвижныхъ. Самые лимбы астролябій, дѣлаемыхъ у насъ въ Россіи, дѣлятся только на градусы, а каждый градусъ не подраздѣляется на мельчайшія доли, подобно какъ въ прочихъ угломѣрныхъ снарядахъ. Дуги нонiусовъ по большей части, дѣлятся на 12 частей, для доставленія возможности отсчитывать углы отъ 5 до 5′, что для практическаго употребленія весьма достаточно, ибо углы опредѣляются симъ инструментомъ съ тою единственно цѣлію, чтобы чертить ихъ на бумагѣ, а не для того, чтобы вводить ихъ въ тригонометрическія вычисленія. Для удобнѣйшаго же отсчитыванія измѣряемаго угла, третья черта нонiуса, считая отъ нуля въ ту сторону, въ которую подписаны на лимбѣ дѣленія, означается числомъ 15; третья черта въ противуположную сторону, числомъ 45; а обѣ крайнія—числомъ 30. Одинъ взглядъ на чер. 154 и 155 достаточенъ, чтобы понять, какимъ образомъ отсчитываются показанія нонiуса. Первый

(*) Дѣленія нонiуса располагаются отъ показателя въ ту сторону, въ которую означена на лимбѣ подпись.

(**) Т. е. меньшее изъ двухъ дѣленій лимба, между которыми находится показатель.

изъ сихъ чертежей представляетъ, что взятый уголъ есть 78° 20′, а второй 78° 40′.

§ 169. Измѣреніе угла астролябіею производится слѣдующимъ образомъ: поставя ее въ вершинѣ опредѣляемаго угла, приводятъ лимбъ въ горизонтальное положеніе съ помощію уровня (который иногда утверждается наглухо на лимбѣ, иногда же накладывается на лимбъ), или просто на глазъ; потомъ ослабивъ винтъ Q (чер. 149), прикрѣпляющій астролябію къ штативу, движеніемъ лимба наводятъ неподвижные діоптры на одинъ изъ тѣхъ предметовъ, между коими уголъ измѣряется. Наконецъ укрѣпивъ винтъ Q, т. е. давъ инструменту положеніе неподвижное, поворачиваютъ алидаду, направляя подвижные діоптры на другой предметъ. Послѣ того останется отсчитать величину угла, показываемаго нонiусомъ.

При измѣреніи угла, сверхъ того необходимо соблюдать, во 1-хъ, чтобы какъ нонiусъ, такъ и нуль градусной подписи находились въ одно и то же время или при предметныхъ діоптрахъ (т. е. тѣхъ, кои обращены къ предметамъ), или при глазныхъ (т. е. тѣхъ, въ которые смотрятъ); во 2-хъ, если градусная подпись на лимбѣ означена слѣва на право (предполагая, что мы смотримъ на нее изъ центра круга), то надобно неподвижные діоптры наводить на лѣвый предметъ, а подвижные на правый; если же градусная подпись означена отъ правой руки къ лѣвой, тогда неподвижные должно наводить на правый, а подвижные на лѣвый. Отъ несоблюденія сихъ двухъ правилъ, можно легко сдѣлать ошибку, отсчитавъ на лимбѣ вмѣсто требуемаго числа градусовъ дополненіе онаго до 180°.

§ 170. Буссоль устроивается на алидадѣ для того,

чтобы измѣренный уголъ не нанести на планѣ по ошибкѣ въ противуположную сторону; частію же и для того, чтобы возобновить, по снятому уже плану, истребившіеся въ полѣ межники. И въ самомъ дѣлѣ, если при измѣреніи астролябіею угла DCA (чер. 63), подвижные діоптры были наведены на предметъ A, то показаніе магнитной стрѣлки NS выразитъ величину угла NCA, ибо нуль градусной подписи на буссоли помѣщается по направленію колимаціонной плоскости сихъ діоптровъ; слѣд. если прямая *dc* (чер. 64) означаетъ на планѣ положеніе линіи DC, а прямая *ns* направленіе магнит. меридіана, то при черченіи угла *dca*, отсчитанное на буссоли число градусовъ покажетъ въ ту ли сторону проведена линія *ca*, какъ слѣдуетъ, или нѣтъ.

Такъ какъ градусная подпись на астролябической буссоли означается отъ нуля въ обѣ стороны до 90°, а не отъ 0 до 360°, какъ въ простыхъ буссоляхъ, то при записываніи числа градусовъ, показываемыхъ магнитною стрѣлкою, надобно всякій разъ замѣчать *румбъ угла*, т. е. въ которую сторону лежитъ опредѣляемая линія отъ магнитой стрѣлки (*). Если уголъ, образуемый лучемъ зрѣнія и магнит. стрѣлкою, лежитъ отъ сѣвера къ востоку, то предъ записаннымъ числомъ градусовъ, ставятъ NO т. е. (Nord-Ost); если отъ сѣвера къ западу, то NW (т е. Nord-West); если отъ юга къ востоку или западу, то SO (т. е. Sud-Ost), или SW (т. е. Sud-West). Правило

(*) По сей причинѣ магнитные азимуты (т. е. углы, составляемые лучами зрѣнія съ магнит. стрѣлкою), опредѣляемые астролябическою буссолью, именуются *румбическими углами*.

для записыванія румбовъ есть слѣдующее: по наведеніи луча зрѣнія чрезъ подвижные діоптры на какой нибудь предметъ, должно замѣтить во 1-хъ, *сѣвернымъ ли концомъ, или южнымъ обращена стрѣлка въ сторону противуположную отъ наблюдателя* (или что все равно, сѣверный ли, или южный конецъ стрѣлки находится ближе отъ предметнаго діоптра), и во 2-хъ, *по правую ли сторону отъ сего конца*, или *по лѣвую находится діоптръ, обращенный къ предмету*. Первое покажетъ, будетъ ли выраженіе румба начинаться съ буквы N или S, а второе, какою изъ буквъ O или W оканчивается сіе выраженіе. Такъ наприм. если противуположный отъ наблюдателя конецъ стрѣлки есть *сѣверный* и показываетъ 32°, а предметный діоптръ лежитъ отъ него *вправо*, то румбъ будетъ сѣверо-восточный и запишется: NO 32°; если же сей діоптръ находится влѣво, то записали бы: NW 32°. Такимъ же образомъ, если противуположный отъ наблюдателя конецъ стрѣлки есть *южный*, а предметный діоптръ находится отъ него вправо, тогда румбическій уголъ будетъ SW, если же влѣво, то SO (*).

(*) Въ примѣчаніи на стр. 192 мы упомянули, что буквы N, O, S и W, вырѣзываемыя на днѣ буссоли, не только не доставляютъ никакой пользы при записываніи румбическихъ угловъ, но даже вводятъ неопытныхъ съёмщиковъ въ грубыя погрѣшности, ибо весьма часто случается, что для записыванія румба, они берутъ тѣ изъ буквъ, между коими находится конецъ стрѣлки, что совершенно ложно. Такъ наприм. если по наведеніи подвижныхъ діоптровъ на какой нибудь предметъ, буссоль имѣетъ положеніе, представленное на чер. 156, то не вникнувшіе въ выше предложенное правило, записываютъ уголъ NO 30°, тогда какъ румбъ есть не NO, но NW, ибо предметный діоптръ B лежитъ отъ сѣвернаго конца стрѣлки влѣво, а не вправо. Во избѣжаніе подобнаго рода погрѣшностей,

§ 171. Точность опредѣленія угла астролябіею зависитъ не столько отъ искусства наблюдателя, сколько отъ степени вѣрности самого инструмента. По сей причинѣ, каждый землемѣръ, прежде чѣмъ приступитъ къ употребленію астролябіи, долженъ поставить себѣ правиломъ повѣрить: выполняются ли главныя условія сего инструмента, т. е. a) имѣютъ ли діоптры положеніе перпендикулярное къ плоскости лимба; b) совпадаетъ ли нуль ноніуса съ нулемъ лимба въ то время, когда подвижные діоптры приведены въ плоскость неподвижныхъ; c) не имѣется ли ошибокъ въ градусномъ дѣленіи лимба; d) находится ли ось вращенія алидады въ центрѣ онаго; e) достаточно ли намагничена стрѣлка и остеръ ли шпиль, на коемъ она обращается; f) утвержденъ ли сей шпиль въ центрѣ кольца буссоли, и наконецъ g) уничтожено ли наклоненіе стрѣлки, и не заключаетъ ли мѣдь, изъ коей сдѣлана буссоль, частицъ желѣза.

Здѣсь предлагаемъ средства удостовѣряться, выполняется ли каждое изъ сихъ условій и въ случаѣ невыполненія, какимъ образомъ должно поступать для точнѣйшаго опредѣленія угла:

a) Перпендикулярность діоптровъ, или собственно говоря, плоскостей проходящихъ чрезъ оные, къ плоскости лимба, повѣряется подобно тому, какъ было объяснено на стр. 110, а именно: приведя лимбъ въ горизонтальное положеніе посредствомъ уровня, наво-

---

достаточно каждому съёмщику не выпускать изъ памяти, что *число градусовъ* отсчитывается отъ нуля градусной подписи къ концу магнит. стрѣлки, а *румбы* замѣчается въ обратную сторону, т. е. отъ конца стрѣлки къ нулю, или къ противуположному концу діаметра, означеннаго буквами N и S.

дятъ волосокъ каждаго изъ діоптровъ на повѣшенную вблизи веревку съ грузомъ и замѣчаютъ, покрывается ли она симъ волоскомъ, въ какую бы скважину противуположнаго діоптра на нее ни смотрѣли. Несоблюденіе сего условія потребуетъ передѣлки діоптровъ.

b) Совпаденіе нуля ноніуса съ нулемъ градусной подписи лимба въ то время, когда подвижные діоптры приведены въ плоскость неподвижныхъ, узнается очень просто: подвижнымъ діоптрамъ даютъ такое положеніе, чтобы узкіе ихъ прорѣзы (или ряды скважинъ) и волоски сихъ діоптровъ, находились въ одной и той же плоскости съ рядами скважинъ и волосками неподвижныхъ діоптровъ. Потомъ отвинчиваютъ тотъ изъ послѣднихъ, возлѣ коего находится ноніусъ и смотрятъ, совпадаетъ ли нуль ноніуса съ нулемъ градусной подписи. Если это условіе не выполняется, то надобно замѣтить, какая именно черта ноніуса совпадаетъ съ однимъ изъ дѣленій лимба, чрезъ что опредѣлится величина погрѣшности, которую должно будетъ постоянно прикладывать ко всякому измѣренному углу, или вычитать изъ онаго. Такъ наприм. еслибы, по приведеніи діоптровъ въ вышесказанное положеніе, показатель находился на первомъ градусѣ лимба и ноніусъ показывалъ $10'$, то при измѣреніи угла, для полученія истинной величины онаго, надлежало бы изъ отсчитаннаго числа градусовъ *вычесть* $10'$; а еслибы нуль ноніуса не доходилъ до нуля лимба на $10'$, то къ отсчитанному числу градусовъ измѣряемаго угла слѣдовало бы *приложить* $10'$. Причина тому очевидна.

c) Точность градуснаго дѣленія лимба всего проще повѣряется измѣреніемъ всѣхъ угловъ лежащихъ около одной точки стоянія: если сумма оныхъ окажется весь-

ма мало разнствующею отъ 360°, то это означитъ, что градусное дѣленіе вѣрно; если же нѣтъ, то ошибочно (*).

Можно также удостовѣриться въ точности градуснаго дѣленія лимба изъ того, будутъ ли обѣ крайнія черты нонiуса совпадать въ одно и тоже время съ двумя чертами лимба, на какомъ бы мѣстѣ сего послѣдняго ни поставили нонiусъ. Если окажется, что одно или нѣсколько дѣленiй означены на лимбѣ ошибочно, то полезно будетъ ихъ замѣнить, для того чтобы въ послѣдствiи при измѣренiи угловъ можно было принять сiи погрѣшности во вниманiе. Такъ наприм. еслибы при измѣренiи угла CAB (чер. 130) случилось, что одно изъ дѣленiй нонiуса совпадаетъ именно съ тою чертою лимба, которая при повѣркѣ инструмента оказалась означенною ошибочно, то отсчитанное число градусовъ не выразитъ величину требуемаго угла. Въ семъ случаѣ истинную величину угла CAB можно получить изъ

(*) Мы сказали *весьма мало разнствующею* отъ 360°, потому что при совершенно вѣрномъ дѣленiи лимба, случайно только можетъ выйдти сумма всѣхъ измѣренныхъ угловъ около одной точки равною 360°, чему причиною служитъ невозможность опредѣлить уголъ астролябiею съ строгою точностiю. Если нонiусомъ можно отсчитывать отъ 3 до 3′, то всякiй измѣренный уголъ будетъ имѣть до 3′ точности, т. е. погрѣшность угла должна быть не болѣе 3′, а потому, если около точки стоянiя измѣрено наприм. семь угловъ, то сумма оныхъ можетъ оказаться разнствующею отъ 360° на количество меньшее $7\times3=21$. Изъ сего слѣдуетъ обратное заключенiе, что еслибы упомянутая погрѣшность оказалась болѣе 21′, то ее надлежало бы разсматривать, какъ происходящею отъ ошибочнаго дѣленiя лимба (предполагая, что всѣ прочiя условiя, требуемыя отъ хорошо сдѣланной астролябiи, выполняются). Подобнымъ же образомъ, ошибка въ суммѣ угловъ треугольника, измѣренныхъ астролябiею, коей нонiусъ отсчитываетъ отъ 3 до 3′ должна быть менѣе 9′.

суммы или разности другихъ двухъ угловъ, наприм. CAE и EAB, или DAB и DAC, опредѣленныхъ астролябіею.

d) Для повѣрки того, находится ли ось вращенія алидады въ центрѣ лимба, измѣряютъ уголъ между какими нибудь двумя предметами, какъ сказано было въ § 169. Послѣ того не измѣняя положенія лимба, переворачиваютъ алидаду на 180° и наводятъ ее снова на тотъ же самый предметъ: очевидно, что при первомъ наблюденіи, показаніе нонiуса дастъ дугу меньшую 180°, а по оборотѣ алидады—бо́льшую. Вычтя изъ сей послѣдней 180°, получится тоже самое число градусовъ какъ прежде, въ томъ только случаѣ, когда ось вращенія алидады находится въ центрѣ круга. Но если сія разность окажется иною, то это послужитъ признакомъ внѣцентренности движенія алидады; и тогда для полу́ченія истинной величины опредѣляемаго угла, достаточно взять среднюю величину изъ обоихъ отсчитываній. Такъ наприм. положимъ, что первое показаніе нонiуса было 42° 15′, а второе 222° 35′; здѣсь существуетъ внѣцентренность алидады, ибо вычтя 180° изъ 222° 35′ получаемъ 42° 35′, что не равно первому показанію. Истинная величина угла опредѣлится, если сложимъ 42° 15′ съ 42° 35′, и сумму раздѣлимъ пополамъ. Искомый результатъ будетъ 42° 25′.

И въ самомъ дѣлѣ, пусть ACB (чер. 148) будетъ измѣряемый уголъ, точка C ось вращенія алидады, aa' направленіе линіи чрезъ неподвижные діоптры, и bb' чрезъ подвижные. Предполагая, что 0 градусной подписи находится въ точкѣ a, число градусовъ дуги ab выразится первымъ показаніемъ нонiуса, а дуги $a'b'$ вторымъ показаніемъ онаго безъ 180°. Если точка C находится въ

центрѣ лимба, то дуги ab и $a'b'$ будутъ между собою равны и число градусовъ, заключающееся въ каждой изъ нихъ, изобразитъ величину угла ACB; но если C находится внѣ центра лимба, то дуги ab и $a'b'$ будутъ между собою неравны, и въ такомъ случаѣ уголъ ACB будетъ измѣряться полу-суммою оныхъ (*).

e) Чтобы удостовѣриться достаточно ли намагничена стрѣлка и остеръ ли шпиль, на коемъ она обращается, укрѣпляютъ астролябію на штативѣ въ положеніи горизонтальномъ, и поворачивая алидаду, замѣчаютъ показаніе стрѣлки. Если послѣ каждаго движенія алидады число градусовъ, заключающихся между первымъ и вторымъ показаніемъ стрѣлки, будетъ равно тому, какое описалъ показатель нониуса по кругу лимба, то это удостовѣритъ въ вѣрности градуснаго дѣленія буссоли; если окажется, что при поворотѣ алидады наприм. на 1°, стрѣлка не измѣнила своего показанія, то должно будетъ заключить, что стрѣлка слабо намагничена, либо тупъ упомянутый шпиль.

f) При внѣцентренномъ положеніи шпиля, на коемъ обращается магнитная стрѣлка, концы ея показываютъ не одно и тоже число градусовъ. Вліяніе сей погрѣшности уничтожится, если при записываніи румбическаго угла, будетъ принята средняя величина изъ показаній обоихъ концовъ стрѣлки (см. стр. 73).

(*) Въ инструментахъ предназначаемыхъ для измѣренія угловъ съ строгою точностію, обыкновенно дѣлаютъ два и даже четыре нониуса, располагая ихъ въ 1-мъ случаѣ въ разстояніи 180°, а въ 2-мъ въ 90° одинъ отъ другаго. Дѣйствуя таковыми инструментами, отсчитываютъ показанія всѣхъ нониусовъ, а потомъ берутъ среднее ариѳметическое число, чрезъ что уничтожается погрѣшность отъ внѣцентренности движенія алидады.

g) Чтобы удостовѣриться, не существуетъ ли наклоненіе стрѣлки, достаточно будетъ привести астролябію въ горизонтальное положеніе; если при семъ одинъ изъ концовъ стрѣлки окажется выше другаго, то должно будетъ заключить, что наклоненіе существуетъ, и тогда на поднимающійся конецъ (см. § 62) должно прилѣпить небольшой кусочикъ воска (*).

Наконецъ, чтобы удостовѣриться, не заключаетъ ли мѣдь, изъ коей сдѣлана астролябія, частицъ желѣза, поступаютъ, какъ было объяснено въ § 70.

§ 172. Въ иностранныхъ краяхъ, по большей части вмѣсто астролябіи употребляютъ нынѣ *теодолитъ*, устроваемый весьма разнообразно. Простѣйшаго рода теодолитъ различествуетъ отъ астролябіи тѣмъ, во 1-хъ, что вмѣсто движущейся алидады съ діоптрами, дѣлается металлическій кругъ, называемый *алидаднымъ кругомъ*, входящій плотно въ кругъ лимба; на краю сего алидаднаго круга означается два или четыре нонiуса, а въ срединѣ онаго придѣлывается буссоль, подобно описанной нами въ § 166. Во 2-хъ, неподвижные и подвижные діоптры замѣняются зрительною трубою, которой дается такое движеніе, чтобы она оптическою своею осью описывала плоскость перпендикулярную къ плоскости лимба, подобно какъ труба кипрегеля. Съ сею цѣлію, къ трубѣ придѣлывается ось вращенія въ положеніи перпендикулярномъ къ оптической оси, и сія ось вращенія вкладывается въ гнѣзда двухъ подпорокъ,

(*) Въ семъ случаѣ полезно поднимающійся конецъ стрѣлки сперва разгорячить немного надъ пламенемъ свѣчи, а потомъ проведя по немъ кускомъ воска, соскабливать приставшій слой онаго до тѣхъ поръ, пока она не приметъ, надѣтая на шпилѣ, совершенно горизонтальнаго положенія.

утверждаемыхъ на алидадномъ кругѣ. Въ 3-хъ, штативъ устроивается, подобно какъ въ мензулѣ, такимъ образомъ, чтобы можно было съ удобностію приводить плоскость лимба въ горизонтальное положеніе, съ помощію уровня, привинчиваемаго на алидадномъ кругѣ, или что еще лучше, накладываемаго на ось вращенія трубы; наконецъ въ 4-хъ, какъ къ лимбу, такъ и къ алидадному кругу придѣлываются двоякаго рода винты, изъ коихъ одни, именуемые *нажимательными*, служатъ для прикрѣпленія какъ лимба къ штативу, такъ и алидаднаго круга къ лимбу, а другіе—микрометренные, для доставленія возможности поворачивать какъ лимбъ, такъ и алидадный кругъ весьма малымъ движеніемъ, и чрезъ то наводить вышеупомянутую трубу съ совершенною точностію на наблюдаемый предметъ (*).

§ 173. Опредѣленіе положенія точекъ астролябіею, равно какъ и всякимъ инымъ угломѣрнымъ инструментомъ, основано на построеніи треугольниковъ подоб-

---

(*) Измѣреніе угла описаннымъ нами теперь теодолитомъ производится слѣдующимъ образомъ: а) приведя плоскость лимба въ горизонтальное направленіе, прикрѣпляютъ алидадный кругъ къ лимбу, въ произвольномъ положеніи и записываютъ показанія ноніусовъ. b) Движеніемъ лимба наводятъ трубу на одинъ изъ тѣхъ предметовъ, между коими уголъ измѣряется; послѣ того прикрѣпивъ нажимательный винтъ лимба, дѣйствуютъ микрометреннымъ винтомъ, пока пересѣченіе нитей не закроетъ съ совершенною точностію этого предмета. c) Ослабивъ нажимательный винтъ алидаднаго круга, движеніемъ сего послѣдняго наводятъ трубу на другой предметъ. Поелику каждый изъ ноніусовъ опишетъ по кругу лимба дугу, число градусовъ коей равняется заключающемуся въ углѣ, описываемомъ трубою, или что тоже, въ измѣряемомъ углѣ, то останется отсчитать показанія всѣхъ ноніусовъ, и потомъ изъ средняго числа сихъ показаній вычесть среднее число изъ показаній, прежде записанныхъ. Разность изобразитъ величину измѣряемаго угла.

ныхъ даннымъ. Пусть A и B (чер. 160) будутъ двѣ точки мѣстности, *a* и *b* положеніе ихъ на планѣ; требуется опредѣлить на немъ положеніе точки C.

1) *Если на обѣихъ точкахъ* A *и* B *можно становить астролябію,* то измѣряютъ величину угловъ CAB и CBA, а послѣ того посредствомъ транспортира, или съ помощію таблицы хордъ наносятъ на оконечностяхъ линіи *ab,* углы *cab*=CAB, и *cba*=CBA; точка *c* пересѣченія начерченныхъ линій изобразитъ положеніе требуемой.

2) *Если одна изъ данныхъ точекъ,* наприм. B, *неприступна,* то измѣряютъ углы CAB и ACB, а потомъ опредѣливъ величину угла B вычисленіемъ (т. е. вычтя сумму измѣренныхъ угловъ A и C изъ 180°), поступаютъ какъ въ 1-мъ случаѣ. Или: по начерченіи угла *a*=A, проводятъ линію *be* параллельно прямой *ac,* а потомъ чертятъ уголъ *ebc,* равный измѣренному углу C; точка *c* пересѣченія начерченныхъ линій *ac* и *bc* изобразитъ положеніе требуемой, ибо по свойству параллельныхъ линій уг. *c* будетъ равенъ *cbe*=C.

3) *Если не возможно поставить астролябію ни на одной изъ точекъ* A *и* B, *но можно для точки стоянія выбрать промежуточную точку* D, то измѣряютъ сперва уголъ ADC или CDB, а потомъ перейдя на точку C, углы ACD и DCB. По опредѣленіи угловъ A и B вычисленіемъ (здѣсь уг. A=180°—[ACD+CDA], а уг. B=180°—[BCD+CDB]), поступаютъ при черченіи на планѣ подобно какъ въ первомъ случаѣ (*).

(*) При опредѣленіи астролябіею точки по тремъ даннымъ, поступаютъ руководствуясь изложеннымъ въ § 125.

B. Производство съёмки астролябіею.

§ 174. Астролябія употребляется у насъ, въ Россіи, преимущественно предъ всѣми прочими угломѣрными инструментами для производства граничной съёмки, т. е. имѣющей цѣлію изобразить на планѣ одне только границы владѣнія, безъ означенія подробностей мѣстности (*).

§ 175. Границы уѣздовъ и частныхъ владѣній означаются въ полѣ, такъ называемыми *межевыми знаками*, т. е. межниками, ямами и столбами.

Межники дѣлаются на городской межѣ отъ уѣздныхъ земель, и на межахъ между разными уѣздами шириною въ *три* сажени; на становой межѣ шириною въ *полторы* сажени, и наконецъ на границахъ казенныхъ, удѣльныхъ и владѣльческихъ земель шириною въ *одну* сажень. Если межа пролегаетъ по лѣсу, то дѣлаются просѣки такой же ширины.

Ямы вырываются квадратной фигуры. На городской межѣ шириною въ $2\frac{1}{2}$, а глубиною въ 2 саж.; на становой межѣ шириною въ 2, глубиною въ $1\frac{1}{2}$ саж.; между же казенными, удѣльными и владѣльческими землями, шириною въ $1\frac{1}{2}$, а глубиною въ 1 сажень. На тѣхъ мѣстахъ, гдѣ бываетъ починъ межи, вырываютъ двѣ такія ямы, по обѣ стороны межника, т. е. одну на сторонѣ одного владѣнія, а другую противъ оной на сторонѣ смежнаго владѣльца. На каждомъ поворотѣ межи, яма вырывается по про-

(*) Планы генеральнаго межеванія принадлежатъ къ разряду граничныхъ плановъ, ибо на нихъ означены съ удовлетворительною точностію одни только границы владѣнія; всѣ же прочіе предметы мѣстности весьма приближенно.

долженію межника въ разстояніи 1 саж. отъ вершины угла, образуемаго межниками. Сверхъ того, если межа простирается по направленію прямой линіи далѣе полу-версты, то ямы копаются на каждыхъ 250 саж. Въ межевыя ямы кладется уголь и камни; въ починную яму по 5 камней, а въ прочія по 3 такой величины, чтобы каждый изъ нихъ одинъ человѣкъ только съ трудомъ могъ поднять съ мѣста. Въ тѣхъ мѣстахъ, которыя во время разлитія рѣкъ бываютъ затопляемы, наполняютъ межевыя ямы каменьями, и потомъ засыпавъ ихъ землею, покрываютъ дерномъ въ видѣ кургана, вышиною въ 2 аршина. Если же, по причинѣ каменистаго грунта почвы, нельзя выкопать ихъ опредѣленной глубины, то вырываютъ ихъ такой мѣры, какую грунтъ земли дозволяетъ; дно каждой ямы покрываютъ угольями, насыпаютъ сверхъ оныхъ слой камней съ землею, перекладывая ихъ также углемъ, и наконецъ покрываютъ яму дерномъ такимъ образомъ, чтобы она имѣла видъ кургана.

Столбы дѣлаются деревянные, вышиною въ 3 аршина и вкапываются въ землю на 1 арш. глубины въ точкахъ поворотовъ межи. На каждомъ столбѣ вырубаются по двѣ грани, одна назадъ, а другая впередъ по межѣ; сверху же каждой грани выжигается государственный гербъ. Въ степныхъ и безлѣсныхъ мѣстахъ дозволяется вмѣсто деревянныхъ столбовъ, ставить каменные и даже вмѣсто сихъ послѣднихъ, вырывать трехъ-угольныя ямы, глубиною противъ межевой, а шириною во всѣ стороны въ одну сажень (*).

(*) Подробнѣйшее постановленіе о межевыхъ знакахъ, см. въ *сводѣ законовъ гражданскихъ и межевыхъ*, Ч. II, Кн. II, разд. IV, ст. 491—547, 1842.

§ 176. Ходъ производства астролябіею граничной (или межевой) съёмки, весьма простъ: онъ состоитъ въ измѣреніи цѣпью длины межниковъ, въ опредѣленіи угловъ образуемыхъ ими и наконецъ въ нанесеніи на бумагу какъ тѣхъ, такъ и другихъ съ помощію масштаба и транспортира или таблицы хордъ. Для большей ясности изложимъ во всей подробности, какимъ образомъ поступаютъ наши землемѣры при производствѣ подобнаго рода съёмокъ.

Предположимъ, что многоугольникъ ABCDEF (чер. 161) представляетъ снимаемую дачу, не имѣющую никакихъ межевыхъ знаковъ. Дѣйствіе начинаютъ выборомъ починнаго пункта, наприм. A, мѣсто коего опредѣлялось бы какими либо естественными признаками, какъ-то: оврагомъ, изгибомъ рѣки и т. п. На сей точкѣ A ставятъ астролябію и, приведя лимбъ въ горизонтальное положеніе, наводятъ подвижные діоптры на точку B, для того чтобы опредѣлить величину румбическаго угла линіи AB, руководствуясь изложеннымъ въ § 170. По обѣ стороны точки A вырываютъ двѣ ямы, а на самой точкѣ A, гдѣ стояла астролябія, вкапываютъ столбъ. Послѣ того измѣривъ линію AB цѣпью и записавъ длину ея въ журналъ, ставятъ на точкѣ B астролябію. Здѣсь наводятъ неподвижные діоптры на точку A, а подвижные на точку C; положеніе ноніуса означитъ величину угла ABC (именуемаго *астролябическимъ*), а положеніе магнит. стрѣлки величину румбическаго линіи BC. Когда оба сіи угла будутъ записаны въ журналѣ, вырывается яма по направленію линіи AB въ 1 саж. отъ точки B, а въ самой сей точкѣ вкапывается столбъ. Потомъ измѣряютъ линію BC и

перенеся астролябію на точку C, опредѣляютъ астролябическій уголъ BCD и румб. уголъ линіи CD, и т. д., продолжая это дѣйствіе въ томъ же порядкѣ до начальнаго пункта A.

§ 177. Если бы граница снимаемой дачи примыкала къ *живому рубежу*, какъ наприм. *f'k'm'e'* (чер. 161), (т. е. озеру, рѣкѣ, ручью и вообще къ какому-либо протоку), то выбираютъ такія два пункта E и F въ недальнемъ разстояніи отъ онаго, чтобы можно было измѣрить между ними прямую линію EF и при производствѣ сего дѣйствія возставляютъ изъ различныхъ точекъ перпендикуляры, измѣряя ихъ длину вплоть до рубежа. Въ точкахъ E и F вкапываютъ межевые столбы и вырываютъ ямы, а въ межевой книгѣ упоминаютъ, что «въ такомъ-то мѣстѣ межа идетъ по живому рубежу (такому-то) и столбы вкопаны въ такомъ-то разстояніи отъ онаго».

§ 178. Наконецъ, еслибы одинъ изъ межниковъ BC (чер. 162) пересѣкался какимъ либо естественнымъ препятствіемъ (какъ наприм. рѣчкою, болотомъ и т. п.), чрезъ которое не возможно произвести измѣреніе цѣпью, то въ такомъ случаѣ, выбравъ на линіи BC два пункта K и M по обѣ стороны онаго, измѣрили бы цѣпью линію KL произвольной длины, а на точкахъ K и L опредѣлили астролябіею углы LKM и KLM; послѣ того, начертивъ на планѣ сіи линіи и углы, положеніе точки M опредѣлилось бы засѣчкою, подобно какъ изложено въ § 173.

Очевидно, что еслибы препятствіе пересѣкало оба межника BC и AC (чер. 160), то всего было бы удобнѣе измѣрить длину линіи AB, соединяющей обѣ вершины B и A дачи, и съ концовъ сей линіи опредѣлить положеніе точки C по вышесказанному.

§ 179. При производствѣ граничной съёмки (чер. 161), длину линій и величину астролябическихъ и румбическихъ угловъ, записываютъ въ особый журналъ, подобно какъ здѣсь показано:

Нумера пунктовъ.	Длины линій.	Румбическіе углы.	Астролябическіе углы.	Замѣчанія.
№ 1. A.	—	NO 73° 30′	—	
№ 2. B.	391 саж.	NO 15°	121° 30′	
№ 3. C.	323	NW 81° 15′	83° 40′	
№ 4. D.	218	NW 33° 30′	132° 20′	
№ 5. E.	412	SW 41°	74° 35′	
№ 6. F.	584	SO 44° 15′	94° 55′	
№ 1. A.	502	—	117° 40′	

§ 180. Прежде чѣмъ приступятъ къ черченію на планѣ снимаемой фигуры, полезно сперва удостовѣриться: не сдѣлана ли была ошибка при отсчитываніи на инструментѣ астролябическихъ и румбическихъ угловъ, или при записываніи ихъ. Повѣрка сія основывается на томъ, что

1) Если румбы двухъ смежныхъ линій, суть NO и SO, или NW и SW, то *астролябическій уголъ будетъ равенъ суммѣ румбическихъ угловъ*. Такъ наприм. для линій AB и BC (чер. 151), имѣющихъ румбы NO и SO, уголъ ABC=ABS′+CBS′; но уголъ CBS′ есть румб. уголъ линіи BC, а уг. ABS′=BAN, т. е. румбическому углу линіи AB.

2) Если румбы двухъ смежныхъ линій суть SO и NW, или NO и SW, то *астролябическій уголъ будетъ равенъ разности румбическихъ угловъ*. Такъ

наприм. для линій AB и BC (чер. 157), имѣющихъ румбы SO и NW, будетъ уг. ABC=BAS—CBN′, ибо сей уг.=ABN′—CBN′; но уг. ABN′=BAS.

3) Если румбы двухъ линій суть NO и NW, или SO и SW, то *астролябическій уголъ будетъ равенъ* 180° *безъ суммы румбическихъ угловъ*. Наприм. для линій AB и BC (чер. 158), имѣющихъ румбы NO и NW, уг. ABC будетъ=180°—(BAN+CBN′), ибо уг. ABC=180°—(ABS′+CBN′); но уг. ABS′=BAN.

Наконецъ 4) если румбы двухъ линій одинаковые (т. е. NO и NO, или NW и NW, или SO и SO, или наконецъ SW и SW), то *астрол. уголъ будетъ равенъ* 180° *безъ разности румбическихъ угловъ* (или астрол. уг. получится если вычтемъ изъ 180° *большій изъ румбическихъ угловъ*, а потомъ приложимъ *меньшій*). Наприм. для линій AB и BC (чер. 159), имѣющихъ NO и NO, получимъ уг. ABC=ABN′+N′BC=180°—ABS′+N′BC; но ABS′=BAN; слѣд. уг. ABC=180°—BAN+CBN′=180°—(BAN—CBN′).

Самая же повѣрка состоитъ въ томъ, что каждый изъ астролябическихъ угловъ вычисляютъ посредствомъ румбическихъ угловъ, записанныхъ въ журналѣ, руководствуясь однимъ изъ вышепредложенныхъ правилъ; послѣ того, найденную такимъ образомъ величину онаго сравниваютъ съ найденною чрезъ наблюденіе, и если окажется, что существуетъ между ними значительная разность, то заключаютъ что сдѣлана была ошибка при измѣреніи астролябическаго угла, или одного изъ тѣхъ румбическихъ угловъ, которые вводились въ вычисленіе.

Такъ наприм. предположимъ, что при съёмкѣ контуры представленной на чер. 161, записаны были величины угловъ, значущіяся на стр. 211. Дѣйствіе на-

чинаемъ вычисленіемъ угла B: поелику румбическіе углы линій AB и BC суть NO 73°30′ и NO 15°, то будетъ 4-й случай, а слѣд. астроляб. уг. B будетъ=180°—(73°30′—15°)=180°—58°30′=121°30′, и какъ сія величина одинакова съ записанною въ журналѣ на точкѣ B, то заключаемъ, что наше наблюденіе вѣрно. Послѣ того, для вычисленія угла C, беремъ изъ журнала румбическіе углы NO 15° и NW 81°15′, соотвѣтствующіе линіямъ BC и CD. Здѣсь 3-й случай, и потому уг. C будетъ=180°—(81°15′+15°)=180°=96°15′=83°45′. Хотя величина сего угла, записанная въ журналѣ, есть не 83°45′, но 83° 40′, однакоже надобно разсматривать дѣйствіе исполненнымъ вѣрно, ибо разница въ сихъ результатахъ не простирается свыше 5′, т. е. такой величины, которую нельзя отсчитать на буссолѣ. Такимъ же образомъ должно поступать при вычисленіи остальныхъ угловъ контуры (*).

(*) Многіе изъ нашихъ русскихъ землемѣровъ употребляютъ во зло этотъ способъ повѣрки: не отсчитывая величину астролябическаго угла по кругу лимба, они записываютъ въ журналѣ на каждой точкѣ стоянія только одинъ румбическій уголъ, а величину астролябическаго опредѣляютъ потомъ вычисленіемъ по вышесказанному правилу. Должно ли говорить къ какимъ грубымъ погрѣшностямъ ведетъ такая небрежность? Не говоря уже о томъ, что часъ дня и не рѣдко самая мѣстность имѣютъ вліяніе на показанія магнитной стрѣлки, румбическій уголъ никогда не можетъ имѣть ту степень вѣрности, каковую имѣетъ астролябическій уголъ, потому, что показаніе стрѣлки можно отсчитывать съ удовлетворительною точностію токмо до ½°, между тѣмъ, какъ поніусъ даетъ уголъ до 5′ и даже менѣе. Въ слѣдствіе того, совѣтуемъ всѣмъ съёмщикамъ, употреблять предложенное нами правило опредѣлять астролябическіе углы вычисленіемъ, единственно какъ средство повѣрять записанные румбы и отсчитанныя *числа* градусовъ, но не части оныхъ, и потому еслибы найденный такимъ образомъ астрол. уголъ оказался разнствующимъ нѣсколькими минутами и даже слишкомъ четвертью

Здѣсь должно замѣтить, что если при вычисленіи наприм. угла B (чер. 161), величина его окажется разнствующею въ градусахъ съ записанною въ журналѣ, а величина послѣдующаго угла C одинаковою, то легко будетъ заключить, что ошибочно опредѣленъ въ полѣ уголъ B. Но если оба сіи угла B и C окажутся не одинаковыми съ значущимися въ журналѣ, то тѣмъ означится, что ошибочно записанъ былъ румбическій уголъ линіи BC, ибо сей уголъ вводился въ вычисленіе какъ угла B, такъ и угла C.

§ 181. Черченіе на планѣ снимаемой астролябіею дачи, производится слѣдующимъ образомъ:

На листѣ чистой бумаги такой величины, чтобы весь планъ снимаемой дачи могъ на немъ помѣститься, сперва проводится прямая линія, параллельно краю бумаги, и принимается за направленіе магнитнаго меридіана; потомъ означивъ положеніе починнаго пункта A (чер. 161), и проведя чрезъ него линію NS параллельно меридіанальной, чертится посредствомъ транспортира, или таблицы хордъ уголъ NAB въ 73° 30′, т. е. равный записанному въ журналѣ (см. стр. 211) румбическому углу линіи AB; сей уголъ наносится вправо отъ линіи NS, ибо въ журналѣ значится, что румбъ сей линіи есть NO, а сѣверъ принимается всегда находящимся вверху листа. Послѣ того, отложивъ по масштабу длину линіи AB, чертится при точкѣ B уголъ въ 121° 30′; при чемъ записанный румбъ линіи BC покажетъ, въ которую сторону долженъ лежать сей уголъ, ибо еслибы вмѣсто ABC, мы начертили уголъ ABC′, то проведя N′S′ параллельно меридіанальной, линія BC′ имѣла бы очевидно

градуса, отъ найденнаго чрезъ наблюденіе, то все таки надобно полагаться болѣе на послѣдній, чѣмъ на первый.

румбъ SO, а не NO, какъ значится въ журналѣ. Далѣе откладывается длина линiи BC, чертится уголъ BCD равный записанному на точкѣ C астролябическому углу, и притомъ такъ, чтобы линiя CD лежала влѣво отъ прямой N″S″, ибо изъ журнала видимъ, что румбъ линiи CD есть NW. Такимъ же образомъ дѣйствiе продолжается далѣе до точки F, при коей начертивъ уголъ въ 94° 55′, т. е. равный записанному на точкѣ F, сторона сего угла, въ случаѣ совершенной точности дѣйствiя, должна пройдти чрезъ точку A, а длина линiи FA, выразитъ по масштабу 502 саж.

§ 182. Оба послѣднiя условiя весьма рѣдко выполняются въ практикѣ по причинамъ, кои нами будутъ изложены въ послѣдствiи. Для исправленiя не сомкнувшейся фигуры, наприм. ABC*def*, (чер. 134) наши землемѣры снова наносятъ линiи и углы снимаемой фигуры, начиная отъ починнаго пункта A въ сторону противуположную, какъ прежде она чертилась, пока одна изъ вершинъ вновь начерченной фигуры AFED.... не совпадетъ съ одною изъ вершинъ прежней, и чтобы это непремѣнно выполнилось, они дозволяютъ себѣ измѣнять какъ длины боковъ, такъ и величины угловъ, увеличивая или уменьшая первые на 1 саж., а вторые на $\frac{1}{4}$°, противу того, какъ значится въ журналѣ. Весьма часто случается, что они принуждены бываютъ измѣнять еще болѣе бока и углы въ журналѣ записанные.

§ 183. Описанный нами теперь способъ исправленiя несмыкаемости фигуры, очевидно, не имѣетъ никакой точности. Главнѣйшая причина несмыкаемости фигуры, у большей части нашихъ русскихъ землемѣровъ, происходитъ отъ того, что они, не обращая вниманiя на наклоненiе покатостей, по коимъ пролегаютъ межники, от-

кладываютъ на бумагѣ линіи во столько саженей по масштабу, сколько найдено было въ полѣ при измѣреніи цѣпью. Поступая такимъ образомъ, они полагаютъ соблюсти на планѣ поверхностное содержаніе земли, или говоря другими словами, изобразить на бумагѣ фигуру совершенно подобную соотвѣтствующей въ полѣ. Но они достигнули бы предположенной ими цѣли только въ томъ случаѣ, еслибы вся снимаемая дача пролегала по наклонной плоскости, что какъ извѣстно никогда не бываетъ въ природѣ. Поверхность земли криволинейна, ибо имѣетъ всегда неровности, какъ то: горы, холмы, долины, овраги и т. п.; криволинейную же поверхность (исключая токмо цилиндрической и конической), не возможно развернуть на плоскости безъ разрыва частей, и по той же причинѣ, нельзя изобразить на бумагѣ самую мѣстность съ пропорціональнымъ соблюденіемъ соотвѣтственныхъ разстояній и поверхностнаго содержанія земли. Это обстоятельство заставило довольствоваться изображеніемъ на бумагѣ не самой мѣстности, но горизонтальнаго проложенія оной (см. § 3), а для того наносить на планѣ не длину самыхъ линій, но *длину ихъ горизонтальныхъ проложеній* (§ 6). Наши же землемѣры постоянно откладывая на бумагѣ линіи во столько саженей по масштабу, сколько найдено было при измѣреніи въ полѣ, дѣлаютъ ту же самую ошибку, которая произошла бы, еслибъ снимаемая мѣстность была горизонтальна, а измѣренныя линіи стали изображать на бумагѣ увеличивая не равномѣрно ихъ длину. Этимъ достаточно объясняется, почему положеніе всѣхъ точекъ бываетъ ошибочно, а самая снимаемая фигура не смыкается.

Сверхъ того несмыкаемость фигуры у нашихъ землемѣровъ, частію происходитъ и отъ того, что они опре-

дѣляютъ углы до $\frac{1}{4}^{0}$ точности, отсчитывая величину оныхъ по кругу лимба, не посредствомъ ноніуса, но по положенію показателя алидады. Впрочемъ они это дѣлаютъ по той причинѣ, что, употребляя простые транспортиры, не имѣютъ возможности чертить на бумагѣ углы точнѣе нежели на четверть градуса (*).

§ 184. Изъ вышеизложеннаго легко можемъ заключить, что для доставленія точности астролябической съёмкѣ необходимо, чтобы наши съёмщики приняли за постоянное правило:

1) При измѣреніи цѣпью линій, записывать въ полевой журналъ углы наклоненій покатостей, по коимъ онѣ пролегаютъ, а потомъ опредѣливъ, руководствуясь изложеннымъ на стр. 29 и 30, горизонтальныя проложенія сихъ линій, наносить на планѣ длину сихъ проложеній. Или: измѣрять каждую линію, пролегающую на неровной мѣстности два раза: въ первый разъ вытягивая цѣпь горизонтально, какъ объяснено было въ § 29, 1 и 2, и найденную такимъ образомъ длину откладывать на планѣ, а въ другой разъ вытягивая цѣпь по землѣ, и найденную истинную длину линіи означать въ межевой книгѣ, для доставленія возможности, въ случаѣ истребленія межниковъ, безъ затрудненія отыскать оные (см. § 188).

2) При измѣреніи угловъ, отсчитывать со тщаніемъ части градуса посредствомъ ноніуса, а при построеніи оныхъ на планѣ, чертить ихъ съ помощію таблицъ

(*) Мы не говоримъ уже о тѣхъ землемѣрахъ, которые не измѣряютъ углы посредствомъ лимба, а записываютъ только румбическіе углы и опредѣляютъ потомъ величины угловъ между межниками чрезъ вычисленіе, какъ объяснено было на стр. 213. Это ниже всякой критики!

хордъ (см. § 13), или вмѣсто простыхъ транспортировъ, употреблять *транспортиры съ ноніусомъ* (*).

Наконецъ, 3) при прокладкѣ чертить сперва половину фигуры ABCD (чер. 161), а потомъ другую половину AFED въ сторону противуположную, для того, чтобы погрѣшности сдѣланныя при черченіи первой, не имѣли вліянія на положеніе точекъ F, E, D.

§ 185. Если не взирая на сіи предосторожности фигура не будетъ смыкаться, то оказавшуюся погрѣшность надобно разложить на всѣ линіи и углы, ибо она очевидно будетъ происходить отъ накопленія малыхъ погрѣшностей, сдѣланныхъ при измѣреніи линій и угловъ въ полѣ, и въ особенности при нанесеніи оныхъ, отъ несовершенства чертежныхъ инструментовъ. Способъ весьма точный и удобный исправлять несмыкаемость фигуры состоитъ въ слѣдующемъ:

Предположимъ, что по начерченіи сперва одной половины контуры A*bcdefg* (чер. 163), а потомъ другой A*hiklg'*, окопечности *g* и *g'* не совпали. Для опредѣленія истинной точки соединенія сихъ ломаныхъ линій, проведемъ прямую *gg'* и раздѣлимъ ее на такія двѣ части *g*G и G*g'*, чтобы длины ихъ находились въ томъ же самомъ содержаніи, какъ число сторонъ, заключающихся между точками A и *g*, относится къ числу сторонъ между точками A и *g'* (**). Принявъ точку G за истинное

(*) Транспортиры съ ноніусами дѣлаются весьма разнообразно. Простѣйшаго устройства состоитъ изъ полукруга, раздѣленнаго на градусы, и имѣющаго движущуюся линейку или алидаду, коей край проходитъ чрезъ центръ полукруга; къ сей линейкѣ придѣлана дуга, на коей означается ноніусъ, дозволяющій отсчитывать отъ 5′ до 5′.

(**) Такимъ образомъ, еслибы ломаныя линіи имѣли одинаковое число сторонъ, то точка G взялась бы по срединѣ *gg'*. На предложен-

положеніе точекъ g, g', проведемъ изъ точки A прямыя Ag, AG и Ag', а изъ точекъ b, c, d, e, f, опустимъ перпендикуляры bb', cc', dd', ee' и ff' на линію Ag. Послѣ того, чрезъ ихъ подошвы b', c', d', e' и f' проведемъ линіи $b'b''$, $c'c''$, $d'd''$.... параллельно къ gg', и наконецъ возставя изъ точекъ b'', c'', d''..... перпендикуляры b''B, c''C, d''D..... къ AG, сдѣлаемъ ихъ соотвѣтственно равными перпендикулярамъ $b'b$, $c'c$, $d'd$,..... Окопечности B, C, D, E, F, G, изобразятъ положеніе искомыхъ точекъ; останется ихъ соединить прямыми линіями.

Точно такимъ же образомъ поступимъ съ точками h, i, k, l, а именно: опустимъ изъ нихъ перпендикуляры на прямую Ag'; чрезъ ихъ подошвы проведемъ линіи параллельныя gg'; изъ точекъ пересѣченія сихъ послѣднихъ съ прямою AG возставимъ перпендикуляры такой длины, какую имѣли перпендикуляры опущенные изъ точекъ h, i, k, l.

Еслибы всѣ точки A, g' и g (чер. 167) находились на прямой линіи, то опредѣливъ искомую точку G соединенія по вышесказанному, надлежало бы отложить отъ точки A прямыя Ab'', Ac'', Ad''.... такой длины, чтобы онѣ содержались къ линіямъ Ab', Ac', Ad'.... какъ AG къ Ag. Для выполненія этого достаточно провести изъ точки A подъ произвольнымъ угломъ къ линіи Ag, прямую AG'; отложить на ней

помъ чертежѣ число сторонъ линій Ag и Ag' содержатся какъ 6: 5; въ семъ случаѣ для опредѣленія точки G надобно провести прямую gy подъ произвольнымъ угломъ и отложивъ на ней сперва gx и xy, изъ коихъ бы первая заключала какихъ либо 6 равныхъ частей, а другая такихъ же 5, точку y соединить съ g', а чрезъ точку x провести прямую xG параллельную къ yg'. Точка G пересѣченія будетъ требуемая.

длину AG′=AG и соединивъ точку G′ съ g, провести чрезъ точки b', c', d'.... прямыя параллельныя къ gG′. Пересѣченія сихъ послѣднихъ съ AG′ означатъ точки β, γ, δ....; послѣ того останется отложить Ab'', Ac'', Ad''.... соотвѣтственно равныя длинамъ Aβ, Aγ, Aδ..... и изъ точекъ b'', c'', d''..... возставя перпендикуляры b''B, c''C, d''D..... сдѣлать ихъ соотвѣтственно равными перпендикулярамъ $b'b$, $c'c$, $d'd$.... Точки B, C, D..... означатъ положеніе требуемыхъ.

§ 186. Если несмыкаемость фигуры происходитъ отъ ошибочнаго измѣренія какой либо одной линіи, или отъ того, что длина оной ошибочно была записана въ полевомъ журналѣ, то можно узнать по плану, какая именно изъ начерченныхъ линій отложена ошибочно, руководствуясь правиломъ предложеннымъ въ § 141.

§ 187. Одно изъ наиболѣе надежныхъ средствъ избѣгнуть въ астролябической съёмкѣ накопленія погрѣшностей, состоитъ въ измѣреніи діагоналей, соединяющихъ починный пунктъ съ нѣкоторыми изъ точекъ, служащихъ вершинами угловъ снимаемой фигуры; въ случаѣ же невозможности измѣренія таковыхъ діагоналей, должно измѣрить ломаныя линіи, соединяющія починный пунктъ съ упомянутыми точками. Такъ наприм. при производствѣ съёмки фигуры ABCDE..... (чер. 164) дойдя до точки D, измѣряютъ линію AD; потомъ возвратясь на точку D, продолжаютъ дѣйствіе далѣе; съ точки же G, опять измѣряютъ линію AG, или если это окажется невозможнымъ по мѣстнымъ препятствіямъ, то ломаную G$k$$m$A, при чемъ опредѣлятъ астролябіею углы FGk, G$k$$m$ и $k$$m$A. Наконецъ если окажется невозмож-

нымъ или неудобнымъ измѣрить ломаную G*km*A, то можно довольствоваться измѣреніемъ діагонали GB или GC.

Польза, доставляемая измѣреніемъ таковыхъ діагоналей, очевидна, ибо въ случаѣ точности исполненнаго дѣйствія, длины соотвѣтствующихъ линій на планѣ, должны выразить по масштабу то же самое число саженей, сколько было найдено въ полѣ; если же окажется между ними значительная разность, то не встрѣтится надобности начинать съёмку снова, а достаточно будетъ повѣрить на мѣстности длины линій и величины угловъ, только тоій части фигуры, которая не сомкнулась. Такимъ образомъ, начертивъ часть ABCD, проводятъ линію AD и измѣривъ длину ея по масштабу, сравниваютъ съ величиною сей линіи, записанною въ полѣ; если окажется, что это условіе удовлетворяется, то приступаютъ къ дальнѣйшему черченію фигуры; послѣ того точку G соединяютъ съ однимъ изъ пунктовъ A, B и C, или чертятъ ломаную линію G*km*A, смотря потому была ли измѣрена одна изъ діагоналей GA, GB, GC, или вышеупомянутая ломаная, и если окажется, что длина линіи начерченной на планѣ значительно разнствуетъ съ длиною, находящейся въ природѣ, то измѣряютъ снова линіи и углы части контуры DEFG, и т. д.

§ 188. Не рѣдко межевые знаки истребляются частію отъ времени, частію же и отъ небреженія владѣльцевъ; для возобновленія оныхъ встрѣчается надобность въ рѣшеніи слѣдующаго вопроса: *по данному плану* (или межевой книгѣ), *найдти на мѣстности границы владѣнія.*

Выгоднѣйшій случай бываетъ тотъ, когда кромѣ

починнаго пункта А (чер. 161), положеніе коего найдти не трудно по естественнымъ признакамъ, значущимся въ межевой книгѣ, сохранился межевой столбъ В, т. е. служащій окопечностію первому межнику. Дѣйствіе начинаютъ тѣмъ, что становятъ астролябію на линіи АВ близъ точки А, и по приведеніи лимба въ горизонтальное положеніе, наводятъ подвижные діоптры на точку В; сравнивъ показаніе магнит. стрѣлки съ величиною румбическаго угла линіи, значущейся въ межевой книгѣ (или на планѣ), узнаютъ на сколько именно измѣнилось склоненіе стрѣлки съ тѣхъ поръ, какъ произведено было межеваніе. Такъ наприм. положимъ, что румб. уголъ, показываемый магнит. стрѣлкою, есть NO 72°, а въ межевой книгѣ величина онаго означена чрезъ NO 73° 30′ (см. стр. 211), отсюда заключаемъ, что склоненіе стрѣлки измѣнилось на полтора градуса къ востоку, и слѣд. изъ всѣхъ угловъ показанныхъ въ межевой книгѣ подъ румбами NO и SW, слѣдуетъ вычитать 1°30′, а къ угламъ подъ румбами NW и SO прикладывать 1°30′, причина чему очевидна.

Послѣ того съ точки А переносятъ астролябію на точку В, гдѣ поставя ноніусъ алидады на градусномъ дѣленіи лимба, соотвѣтствующемъ числу градусовъ астролябическаго угла В, наводятъ неподвижные діоптры на точку А; если румбическій уголъ, показываемый въ это время магнитною стрѣлкою, будетъ одинаковъ съ записаннымъ въ межевой книгѣ (принимая, разумѣется, во вниманіе измѣнившееся склоненіе стрѣлки), то чрезъ сіе удостовѣримся, что подвижные діоптры находятся по направленію истребившагося межника ВС. Но если румбъ, показываемый стрѣлкою окажется инымъ, то тѣмъ

означится, что уголъ между подвижными и неподвижными діоптрами обращенъ въ сторону противуположную (*); въ семъ случаѣ надлежитъ, не измѣняя положенія неподвижныхъ діоптровъ, поворотить одну алидаду въ противную сторону по кругу лимба, давъ ей положеніе такое, чтобы уголъ, составляемый колимаціонными плоскостями неподвижныхъ и подвижныхъ діоптровъ, былъ тотъ же самый какъ и прежде. Когда же подвижные діоптры получатъ требуемое положеніе, то останется провѣшить линію ими опредѣляемую, отмѣрить отъ точки B часть BC, равную длинѣ втораго межника, показанной въ межевой книгѣ, и такимъ образомъ найдется то мѣсто, гдѣ вкопанъ былъ столбъ C. Послѣ того, астролябія переносится на точку C, и поступаютъ, какъ объяснено было выше, и т. д.

Еслибы на мѣстности совершенно истребились признаки ближайшихъ отъ починнаго пункта A межевыхъ знаковъ, то надлежало бы сперва отыскать на мѣстности два пункта, наприм. D и E, служащіе оконечностями какого нибудь межника, и поставя астролябію на одномъ изъ нихъ D, или близъ онаго (но токмо на линіи ихъ соединяющей), опредѣлить румб. уголъ линіи DE, для того, чтобы изъ сравненія сего угла съ значущимся въ журналѣ, узнать на сколько именно измѣнилось склоненіе стрѣлки съ тѣхъ поръ, какъ произведено было межеваніе. Послѣ того, должно

(*) Такъ наприм. если магн. стрѣлка показываетъ SO 48°, а въ межевой книгѣ записано NO 15°, то это означитъ что подвижные діоптры находятся не по направленію линіи BC, но по линіи BC'.

перейдти на точку E, либо на точку A: въ первомъ случаѣ, слѣдуетъ поступать, какъ объяснено было выше, а во второмъ, поставя астролябію, дать діоптрамъ такое положеніе, чтобы магнитная стрѣлка показывала тотъ самый румбическій уголъ (принимая во вниманіе измѣненіе въ склоненіи), какъ значится въ межевой книгѣ для межника AB. Линію опредѣляемую сими діоптрами провѣшиваютъ, отмѣриваютъ на ней показанное число саженей, и потомъ поступаютъ какъ изложено было выше.

§ 189. Еслибы при производствѣ астролябіею съёмки, было опредѣляемо, сходно съ указомъ Правительствующаго Сената отъ 16 Мая 1806 (см. стр. 86), склоненіе стрѣлки и величина онаго означаема въ межевой книгѣ или на планѣ, то очевидно, что въ послѣдствіи времени, возобновленіе истребившихся межниковъ было бы гораздо проще, и можно было бы это исполнить даже въ томъ случаѣ, когда на мѣстности кромѣ одного какого либо пункта истребились всѣ прочіе. И въ самомъ дѣлѣ, предположимъ, что во время первоначальнаго межеванія склоненіе было западное и равно 4^{0}; а при возобновленіи межевыхъ знаковъ, склоненіе найдено равнымъ $6^{0}\ 30'$; въ семъ случаѣ достаточно будетъ на данномъ пунктѣ поставить астролябію и дать діоптрамъ такое положеніе, чтобы показаніе стрѣлки изображало число градусовъ равное показанному въ межевой книгѣ румбическому углу, увеличенному или уменьшенному на $2^{0}\ 30'$: увеличенному тогда, когда румбъ угла есть NO или SW, а уменьшенному, если румбъ есть NW или SO. По отысканіи же направленія одного изъ межниковъ, ходъ остальнаго дѣйствія будетъ одинаковъ съ вышеизложеннымъ.

§ 190. Иногда встрѣчаются такія мѣста, въ которыхъ магнитная стрѣлка вовсе не дѣйствуетъ отъ желѣзной руды въ нѣдрахъ земли находящейся. Въ подобныхъ случаяхъ, повелѣно тѣмъ же указомъ Правительствующаго Сената (отъ 16 Мая 1806), чтобы на планахъ означаемо было направленіе не магнитнаго, но истиннаго меридіана, и чтобы вмѣсто румбическихъ угловъ, опредѣлялись углы, образуемые истиннымъ меридіаномъ съ межниками. Таковые углы, какъ уже намъ извѣстно (см. § 89) называются *азимутами*.

Для выполненія вышесказаннаго, надлежитъ при производствѣ съёмки, кромѣ измѣренія линій и астролябическихъ угловъ, опредѣлять на починномъ пунктѣ, или на одномъ изъ тѣхъ, гдѣ становили астролябію, величину истиннаго азимута межника, посредствомъ пріемовъ, которые ниже сего будутъ показаны, а азимуты всѣхъ прочихъ линій вычисленіемъ.

§ 191. Изъ множества способовъ опредѣлять азимутъ данной линіи безъ помощи магнитной стрѣлки, наиболѣе простѣйшій есть слѣдующій:

На стр. 91 и 92 съ достаточными подробностями объяснено было, какимъ образомъ посредствомъ таблицъ I, II и III, предложенныхъ въ концѣ сей книги, опредѣлять уголъ, составляемый меридіанальною линіею съ лучемъ зрѣнія, направленнымъ на центръ солнца при его восхожденіи или захожденіи.

Предположимъ, что A (чер. 165) есть солнце при захожденіи, C точка стоянія, NS полуденная линія, проходящая чрезъ точку C, и наконецъ CD данная прямая, коей азимутъ, т. е. уг. DCN требуется опредѣлить. Поелику сей уг. DCN=DCA+ACN, то достаточно будетъ измѣрить астролябіею уг. DCA, и по-

томъ къ оному приложить величину угла ACN, найденную посредствомъ вышесказанныхъ таблицъ. Если же данная линія будетъ не CD, но CE, то для опредѣленія азимута сей линіи, т. е. угла ECN, надобно по измѣреніи угла ACE, вычесть его изъ угла ACN.

И такъ, весь ходъ дѣйствія состоитъ въ томъ, что надлежитъ поставить астролябію на оконечности данной линіи, привести лимбъ въ горизонтальное положеніе, направить неподвижные діоптры по направленію сей линіи, а подвижные на центръ солнца въ то мгновеніе, когда нижній край солнца отстоитъ отъ черты видимаго горизонта на величину своего полудіаметра. Положеніе ноніуса покажетъ величину угла DCA или ECA, т. е. образуемаго данною линіею съ линіею визированія на солнце. Послѣ того, опредѣливъ посредствомъ таблицъ величину угла ACN, образуемаго линіею визированія съ полуденною, останется сложить оба сіи угла или вычесть одинъ изъ другаго: сложить въ томъ случаѣ, когда измѣряемый уголъ лежитъ влѣво отъ заходящаго солнца, а вычесть когда онъ находится вправо.

Само собою разумѣется, что еслибы наблюденіе дѣлалось утромъ, то надлежалобы поступить обратно, т. е. прикладывать измѣренный уголъ къ найденному изъ таблицъ, когда сей уголъ лежитъ по правую сторону восходящаго солнца, а вычитать когда по лѣвую.

Объяснимъ примѣромъ:

Предположимъ, что измѣренный астролябіею уголъ былъ 73° 25′; наблюденіе дѣлалось вечеромъ 5 Іюля; геогр. широта мѣста наблюденія 52° 55′ (см. стр. 93).

Изъ табл. I, число соотвѣтствующее 5-му Іюлю	95577
Изъ табл. II, для 52° 55′.	2197
Сумма . .	97774

Изъ табл. III видимъ, что для числа 97774 соотвѣтствуетъ 53° 10′.

И такъ, еслибы измѣренный уголъ находился влѣво отъ солнца, то азимутъ данной линіи получился бы=73° 25′+53° 10′=126° 35′; если же бы по правую, то для искомаго азимута нашли бы 73° 25′—53° 10′=20° 15′ и румбъ сего угла былъ бы NO, ибо измѣренный уголъ болѣе найденнаго чрезъ вычисленіе, и потому данная линія лежитъ по правую сторону меридіанальной линіи, какъ CE′.

§ 192. За неимѣніемъ вышесказанныхъ таблицъ можно достигать до рѣшенія того же вопроса посредствомъ двухъ наблюденій, дѣлаемыхъ одно вечеромъ при захожденіи солнца, а другое утромъ слѣдующаго дня при его восхожденіи. Самый ходъ наблюденія одинаковъ съ изложеннымъ въ предшедшемъ §, именно: поставя астролябію и приведя лимбъ въ горизонтальное положеніе, наводятъ неподвижные діоптры по данной линіи, а подвижные на центръ заходящаго солнца и отсчитываютъ число градусовъ показываемыхъ ноніусомъ. Такимъ же образомъ поступаютъ утромъ при восхожденіи солнца, соблюдая, чтобы наблюденіе дѣлалось въ то мгновеніе, когда солнце имѣетъ высоту надъ горизонтомъ, одинаковую съ тою, которую оно имѣло наканунѣ.

Пусть C (чер. 165) будетъ точка стоянія астролябіи, NS полуденная линія, A солнце при захожденіи, и B при восхожденіи. Если данная линія есть CD и находится *внѣ* угла ACB, то изображая уг. DCA, измѣренный вечеромъ, чрезъ *a*, а уг. DCB, измѣренный утромъ, чрезъ *b*, и наконецъ искомый азимутъ DCN чрезъ *x*, будетъ x=DCA+ACN или $=a+$ACN; по какъ полуденная NS дѣлитъ уг. ACB пополамъ, то уг. ACN=$\frac{1}{2}(b-a)$; слѣд.

$x=a+\frac{1}{2}(b-a)$ или $=a+\frac{1}{2}b-\frac{1}{2}a=\frac{1}{2}(a+b)$, т. е. *искомый азимутъ будетъ равенъ пол-суммѣ измѣренныхъ угловъ.*

Если же данная линія находится *внутри* угла ACB, какъ наприм. CE, то изображая, какъ и прежде измѣренный вечеромъ уг. ACE чрезъ a, а уг. ECB, измѣренный утромъ, чрезъ b, и наконецъ искомый азимутъ NCE чрезъ x, получимъ $NCE=ACN-ACE=ACN-a$; но уг. $ACN=\frac{1}{2}ACB=\frac{1}{2}(a+b)$; слѣд. получимъ $x=\frac{1}{2}(a+b)-a=\frac{1}{2}(b-a)$.

Очевидно, что еслибы данная линія была не CE, но CE′, то такимъ же образомъ нашли бы $x=\frac{1}{2}(a-b)$. Изъ чего заключаемъ вообще, что если данная линія находится *внутри* угла, то азимутъ ея будетъ равенъ *полуразности измѣренныхъ угловъ.*

Наконецъ, еслибы данная линія имѣла положеніе CF, и потому измѣренные углы были ACF и BCF, то азимутъ сей линіи, т. е. уг. SCF (считаемый не отъ сѣвера, но отъ юга), былъ бы какъ и прежде равенъ разности измѣренныхъ угловъ; при чемъ очевидно, что если уг. ACF, *менѣе* BCF, то линія CF будетъ имѣть румбъ SW, а если *болѣе*, то SO.

§ 193. Азимуты принято считать всегда въ одну сторону отъ сѣвера къ востоку до 360°. Еслибы вычисленіе дало величину угла SCF, лежащаго отъ юга къ западу, то азимутъ линіи CF, считаемый отъ сѣвера къ востоку получился бы, еслибы къ числу градусовъ найденнаго угла приложили 180°, а азимутъ линіи CF′, еслибы уголъ SCF′, вычли изъ 180. Такимъ же образомъ, азимутъ линіи CE получится чрезъ вычитаніе угла ECN, изъ 360°, что очевидно.

§ 194. Когда азимутъ одного изъ межниковъ, наприм. AB (чер. 166), будетъ опредѣленъ руководствуясь изло-

женнымъ въ § 191 или въ § 192, то для полученія азимута слѣдующаго межника BC или BC′, достаточно будетъ астролябическій уголъ между сими межниками *приложить* къ 180°, *сложеннымъ съ найденнымъ азимутомъ*, или *вычесть* изъ сей суммы: *приложить* въ томъ случаѣ, когда астролябическій уголъ лежитъ *влѣво* отъ наблюдателя стоящаго въ точкѣ B и обращеннаго лицемъ къ точкѣ C, а *вычесть*, когда сей уголъ лежитъ отъ него *вправо*. При семъ должно вычитать изъ результата 360°, если онъ окажется болѣе 360°.

И въ самомъ дѣлѣ, если желаемъ опредѣлить азимутъ линіи BC, образующей съ межникомъ AB уг. ABC (находящійся по лѣвую сторону отъ наблюдателя), то азимутъ линіи BC, считаемый отъ сѣвера къ востоку до 360°, будетъ=180°+S′BA+ABC; но уг. S′BA=BAN, т. е. найденному азимуту; слѣд. искомый азимутъ будетъ=180°+BAN+ABC. Если же требуется опредѣлить азимутъ линіи BC′, образующей съ межникомъ AB уг. ABC′ (находящійся отъ наблюдателя вправо), то уг. N′BC′=180°—S′BC′; но уг. S′BC′=ABC′—ABS′=ABC′—BAN; слѣд. уг. N′BC′=180°—(ABC′—BAN)=180+BAN—ABC, что и т. д.

Объяснимъ примѣромъ:

Предположимъ, что требуется опредѣлить азимуты линій, образующихъ фигуру, представленную на чер. 161, и что измѣренные астролябіею углы суть B=121° 30′, C=83° 40′, D=132° 20′, E=74° 35′, F=94° 55′ и наконецъ, что азимутъ опредѣленъ былъ на точкѣ A линіи AB и найденъ былъ равнымъ 69° 10′. Для сей фигуры одинъ только уголъ D обращенъ вправо отъ наблюдателя, всѣ же прочіе влѣво.

Вотъ ходъ дѣйствія:

Азимутъ линіи BC будетъ $= 180^\circ + 69^\circ\ 10' + 121^\circ\ 30' = 370^\circ\ 40'$
$= 10^\circ\ 40'$ (исключивъ 360°)
— — CD — $= 180^\circ + 10^\circ\ 40' + 83^\circ\ 40' = 274^\circ\ 20'$
— — DE — $= 180^\circ + 274^\circ\ 20' - 132^\circ\ 20' = 322^\circ\ 0'$
— — EF — $= 180^\circ + 322^\circ\ 0' + 74^\circ\ 35' = 216^\circ\ 35'$
— — FA — $= 180^\circ + 216^\circ\ 35' + 94^\circ\ 55' = 131^\circ\ 30'$

§ 195. Еслибы пожелали опредѣлить румбическіе углы каждой изъ линій разсматриваемой нами фигуры, то должно замѣтить, что 1) если азимутъ линіи менѣе 90°, то величина румб. угла оной будетъ заключать тоже самое число градусовъ и румбъ его будетъ NO; 2) если азимутъ болѣе 90° и менѣе 180°, то румбъ будетъ SO, а величина угла получится чрезъ вычитаніе даннаго изъ 180°; 3) если азимутъ болѣе 180° и менѣе 270°, то румбъ линіи будетъ SW, а величина румбическаго угла найдется вычтя 180° изъ даннаго; наконецъ 4) если азимутъ болѣе 270° и менѣе 360, то румбъ будетъ NW, а величина румб. угла получится вычтя азимутъ изъ 360°. Въ слѣдствіе чего, для вышепредложеннаго примѣра:

Румбическій уголъ линіи AB будетъ NO. $69^\circ\ 10'$,
— — — — BC — NO. $10^\circ\ 40'$,
— — — — CD — NW. $85^\circ\ 40'$,
— — — — DE — NW. $38^\circ\ 0'$,
— — — — EF — SW. $36^\circ\ 35'$,
— — — — FA — SO. $48^\circ\ 30'$,

§ 196. Если межа снимаемой дачи пролегаетъ по мѣстамъ столь низменнымъ, что невозможно выбрать на ней ни одной такой точки, изъ коей бы кругъ видимаго горизонта казался простирающимся на далекое разстояніе; то для опредѣленія азимута одного изъ межниковъ посредствомъ пріемовъ, изложенныхъ въ

§§ 191 и 192, должно сперва выбрать внутри дачи, или даже внѣ оной, мѣсто для наблюденія, наприм. M (чер. 161), выполняющее условіямъ, о коихъ говорено было въ §§ 85, 86 и 87, и провѣшивъ изъ него линію къ одной изъ точекъ A, B, C....., служащихъ вершинами угловъ снимаемой фигуры, опредѣлить азимутъ сей линіи. За тѣмъ измѣривъ астролябіею уг. MAB, не трудно будетъ, руководствуясь изложеннымъ въ § 194, опредѣлить вычисленіемъ величины азимутовъ всѣхъ межниковъ.

§ 197. Для возобновленія межевыхъ знаковъ дачи, румбическіе углы межниковъ коей опредѣлялись не магнитною стрѣлкою, но посредствомъ пріемовъ выше изложенныхъ, достаточно поставить астролябію на одномъ изъ сохранившихся пунктовъ, наприм. A (чер. 161) и опредѣлить, какъ сказано было въ § 191 или § 192, азимутъ произвольно взятой линіи AM. Послѣ того изъ сравненія онаго, съ величиною азимута истребившагося межника AB, нетрудно будетъ узнать вправо ли, или влѣво отъ линіи AM лежитъ сей послѣдній, а равно и число градусовъ, заключающихся въ углѣ MAB. Останется поставить поніусъ на томъ градусномъ дѣленіи лимба, которое соотвѣтствуетъ числу градусовъ угла MAB, и направить одну пару діоптровъ на точку M, а по направленію другой пары провѣшить линію.

§ 198. Въ заключеніе о производствѣ съёмки астролябіею остается сказать, что для означенія на граничномъ планѣ контуръ пашень, луговъ, лѣсовъ и вообще всѣхъ предметовъ мѣстности, можно поступать двоякимъ образомъ: или въ 1-хъ, обходя каждую снимаемую контуру линіями, подобно какъ при производ-

ствѣ граничной съёмки, или во 2-хъ, составляя треангуляцію и потомъ уже означая положеніе контуръ и прочихъ подробностей, подобно какъ въ мензульной съёмкѣ.

Въ 1-мъ случаѣ выбираютъ въ главныхъ входящихъ и исходящихъ углахъ контуръ точки, такъ, чтобы линіи соединяющія ихъ однѣ съ другими пролегали въ недальнемъ разстояніи отъ самой контуры. Длину сихъ линій измѣряютъ цѣпью, а величину угловъ астролябіею. При измѣреніи линій, возставляютъ перпендикуляры вплоть до снимаемой контуры и длину ихъ опредѣляютъ также цѣпью, саженью, или шагами, поступая вообще при семъ дѣйствіи, какъ объяснено было съ достаточными подробностями въ § 47 и 48. Полезно соблюдать, чтобы вышесказанныя линіи примыкали къ такимъ пунктамъ, положеніе коихъ на планѣ уже дано, для доставленія возможности, по нанесеніи сихъ линій на планъ, повѣрить точность дѣйствія. Такъ наприм. для съёмки контуры, пролегающей внутри дачи ABCD..... (чер. 164) измѣряемъ ломаную линію QRNPD, примыкающую къ точкѣ D, служащей вершиною угла, образуемаго двумя межниками DC и DE. Очевидно, что если сія ломаная линія будетъ начерчена на планѣ съ помощію масштаба и транспортира, то, въ случаѣ точности дѣйствія, сторона угла NPD должна пройдти чрезъ точку D, а длина линіи PD выразить по масштабу, соотвѣтствующую ей въ полѣ. Если окажется незначительная ошибка, то исправляютъ ее какъ сказано было въ § 182 или руководствуясь правиломъ, изложеннымъ въ § 185. По начерченіи же на планѣ сей ломаной линіи, останется изобразить самую кривую, какъ объяснено было въ § 47.

Во 2-мъ случаѣ, для составленія треангуляціи или геометрической сѣти (см. § 130) выбираютъ внутри дачи мѣста наиболѣе возвышенныя и открытыя, ставятъ на нихъ вѣхи и принимая нѣкоторыя изъ межниковъ за базисы, какъ такія линіи, положеніе коихъ на планѣ уже дано, измѣряютъ астролябіею углы треугольниковъ, образуемыхъ линіями соединяющими избранные пункты. Послѣ того начертивъ на планѣ рядъ треугольниковъ, соотвѣтственно подобныхъ треугольникамъ въ природѣ и одинаково съ онымъ расположенныхъ, руководствуясь изложеннымъ въ § 173, приступаютъ къ нанесенію контуръ. Для означенія на планѣ сихъ послѣднихъ, всего удобнѣе поступать какъ объяснено было съ достаточными подробностями въ § 137, т. е. начиная отъ какой либо одной изъ опредѣленныхъ точекъ измѣрять цѣпью линію по направленію на другую, потомъ сворачивать на третью и т. д., замѣчая на особой бумажкѣ положеніе всѣхъ контуръ и прочихъ предметовъ мѣстности, лежащихъ не вдалекѣ отъ измѣряемыхъ линій (*).

Первый изъ предложенныхъ нами теперь способовъ, должно преимущественно употреблять въ тѣхъ случаяхъ: 1) когда снимаемая мѣстность покрыта лѣсомъ, внутри коего имѣются ручьи, дороги и прочіе тому подобные предметы, которые желаютъ означить на планѣ; 2) когда пашни, луга, выгоны и прочія кон-

(*) Для удобнѣйшаго выполненія вышесказаннаго, полезно, чтобы съёмщикъ наклеилъ пол-листа бумаги на картонку, скопировалъ на него часть дачи съ граничнаго своего плана съ означеніемъ всѣхъ точекъ опредѣленныхъ треангуляціею, и потомъ при измѣреніи линій изображалъ бы на сей бумагѣ всѣ контуры и прочія подробности, нанося ихъ по масштабу.

туры, занимаютъ обширныя пространства, какъ это встрѣчается по большей части въ средней и южной полосахъ Россіи. Второй же способъ употребляется въ тѣхъ же самыхъ случаяхъ, какъ сказано было на стр. 164.

§ 199. Хотя граничную съёмку можно производить мензулою, поступая какъ объяснено было въ §§ 140 и 149, однакоже сей инструментъ, не взирая на важныя свои преимущества предъ астролябіею, не столь для того удобенъ. Главнѣйшія выгоды, доставляемыя астролябіею при производствѣ граничной съёмки, состоятъ въ томъ, что вся окружная межа наносится на одинъ и тотъ же листъ бумаги (*), и такимъ образомъ получится прямо генеральный планъ дачи, въ коемъ встрѣчается надобность, при опредѣленіи количества земли въ ней находящейся, при межеваніи и при разнаго рода иныхъ хозяйственныхъ соображеніяхъ. Производство же граничной съёмки мензулою, въ томъ только случаѣ не представляетъ никакихъ затрудненій, и даже бываетъ удобнѣе, нежели астролябіею, когда снимаемая дача столь мала, что планъ ея можетъ умѣститься на одной мензульной доскѣ (**). Но если дача обширна, то

(*) Впрочемъ, въ случаѣ огромности дачи (наприм. если она заключаетъ въ себѣ нѣсколько десятковъ тысячъ десятинъ), полезно разбивать ее на нѣсколько многоугольниковъ, и каждый изъ нихъ представлять на отдѣльномъ листѣ; въ противномъ случаѣ планъ будетъ чрезмѣрно великъ, и потому при черченіи онаго могутъ произойдти важныя погрѣшности.

(**) Мы сказали удобнѣе потому, что всякій разъ, когда границы дачи пролегаютъ по мѣстамъ открытымъ, положеніе вершинъ угловъ, образуемыхъ межниками, можно опредѣлять засѣчками впередъ и обратными, какъ объяснено было въ § 149, чрезъ что выиграется много времени и доставится дѣйствію бо́льшая точность, не-

встрѣтится надобность сперва разбить оную на квадратные участки, какъ объяснено было на стр. 154 и 174, для того, чтобы по съёмкѣ границъ каждаго изъ нихъ на особой мензулѣ (руководствуясь изложеннымъ на стр. 175), имѣть возможность повѣрить точность дѣйствія изъ смыкаемости фигуры, и сверхъ того для сводки смежныхъ мензулъ. Но не говоря о тратѣ времени при разбивкѣ дачи на вышесказанные участки, это дѣйствіе представитъ не малыя трудности, когда снимаемая мѣстность покрыта лѣсомъ, ибо тогда встрѣтится надобность дѣлать просѣки.

Сверхъ того, къ числу неудобствъ, представляемыхъ мензулою для производства граничной съёмки, можно причислить то, что для означенія въ межевой книгѣ величины угловъ, образуемыхъ межниками, число градусовъ въ нихъ заключающееся, не иначе можно опредѣлить по плану, снятому мензулою, какъ посредствомъ транспортира или таблицы хордъ. Это дѣйствіе, само по себѣ не затруднительное, бываетъ однакоже неудобно въ тѣхъ случаяхъ, когда вершины опредѣляемыхъ угловъ, помѣщаются на краяхъ мензульныхъ листовъ, что очевидно.

жели въ томъ случаѣ, когда бы стали поступать по общему способу производства граничной съёмки. Но опредѣляя на планѣ вершины угловъ засѣчками, необходимо потомъ измѣрять цѣпью длину межниковъ, для означенія въ межевой книгѣ не величину ихъ горизонтальныхъ проложеній, но истинную длину оныхъ.

ГЛАВА VI.

О рѣшеніи различныхъ вопросовъ по снятымъ планамъ.

А. Опредѣленіе поверхности земли.

§ 200. Для опредѣленія поверхности какого-либо участка земли, снимается сперва подробный планъ онаго, а потомъ начерченная фигура раздѣляется линіями (проводимыми карандашемъ) на части, площади коихъ съ удобностію можно было бы вычислить. Послѣ того измѣряютъ циркулемъ длину линій, которыхъ величины необходимо знать для того, чтобы, руководствуясь началами Геометріи, можно было опредѣлить площади данныхъ частей. Площади сіи получатся всегда чрезъ перемноженіе двухъ линій, выраженныхъ въ линейной мѣрѣ, наприм. саженяхъ; произведеніе изобразитъ число квадратныхъ саженей; для опредѣленія же числа десятинъ, нужно будетъ потомъ раздѣлить найденное произведеніе на 2400, ибо указная десятина равняется 2400 квад. саженей.

Для большей точности полезно, найденныя по плану

чрезъ измѣреніе циркулемъ, длины линій повѣрять на мѣстности цѣпью, приводя къ горизонту тѣ изъ нихъ, которыя пролегаютъ по покатостямъ горъ (см. § 29).

§ 201. Хотя получаемая такимъ образомъ, по снятому плану, величина площади всякой фигуры, изобразитъ не самую величину поверхности земли, заключающейся въ контурѣ ею представляемой, но площадь горизонтальнаго ея проложенія, однакоже въ хозяйственномъ отношеніи нѣтъ никакой надобности знать величину первой, ибо не взирая на то, что площадь всякой фигуры, лежащей на наклоненной плоскости будетъ всегда болѣе своего горизонтальнаго проложенія, количество земныхъ произведеній, на нихъ находящихся, получится тоже самое какъ съ первой, такъ и послѣдней. И въ самомъ дѣлѣ, какъ бо́льшая часть произрастеній наприм. деревья, имѣютъ направленіе перпендикулярное не къ поверхности земли, на коей растутъ они, но къ горизонтальной плоскости, то какое бы наклоненіе покатости АВ (чер. 168) ни было, количество произрастеній умѣстится на ней тоже самое, какъ и на пространствѣ АВ′, служащемъ проложеніемъ оной, какъ это явствуетъ изъ самаго чертежа. Хотя это замѣчаніе и не вполнѣ имѣетъ мѣсто въ разсужденіи травъ и низкихъ растеній, однакоже тѣмъ не менѣе всегда можно считать поверхность земли на покатости одинаковою по цѣнности съ равниною, имѣющею величину ея горизонтальнаго проложенія; такъ наприм. еслибы по плану найдено было 100 десятинъ, а въ натурѣ оказалось 101 десятина, то сей избытокъ по цѣнности можно считать не заслуживающимъ вниманія, ибо количество земли, лежащей на покатости стоитъ дешевле, чѣмъ такое же количество на мѣстности ровной, во 1-хъ потому, что скаты горъ,

удерживая въ себѣ менѣе влаги, чѣмъ мѣста ровныя, менѣе бываютъ плодородны; и во 2-хъ потому, что самая обработка ихъ требуетъ большаго труда, и слѣд. становится дороже.

§ 202. Предлагаемъ здѣсь главнѣйшія геометрическія теоремы, служащія для опредѣленія площадей наиболѣе встрѣчающихся фигуръ.

1) *Площадь прямоугольника,* или *параллелограмма равняется произведенію его основанія на высоту;* за основаніе принимается одинъ изъ боковъ, а за высоту разстояніе этого бока отъ противоположнаго, измѣряемое по линіи къ нимъ перпендикулярной.

2) Таже теорема примѣняется къ *треугольнику*, съ тѣмъ только различіемъ, что должно брать половину вышесказаннаго произведенія, потому что *треугольникъ равняется половинѣ параллелограмма того же основанія и одинаковой высоты.*

Сверхъ того, можно опредѣлить вычисленіемъ площадь треугольника по даннымъ его тремъ частямъ, не прибѣгая къ измѣренію циркулемъ высоты онаго: во 1-хъ, если даны три бока a, b, c, то площадь s будетъ$=\sqrt{p\,(p-a)\,(p-b)\,(p-c)}$, гдѣ $p=\frac{1}{2}\,(a+b+c)$; во 2-хъ, если даны два бока b и c и уголъ A между ними заключающійся, то $s=\frac{1}{2}\,bc\,\sin A$; въ 3-хъ, если извѣстны бокъ c и прилежащіе углы A и B, то будетъ $s=\frac{1}{2}\,\frac{c^2\sin A\sin B}{\sin(A+B)}=\frac{1}{2}\,c^2\frac{\sin A\sin B}{\sin C}$.

3) *Площадь трапеціи равняется произведенію полусуммы обоихъ параллельныхъ боковъ на разстояніе между ними,* или что все равно, произведенію сего разстоянія на линію параллельную помянутымъ бокамъ и проведенную въ равномъ отъ нихъ разстояніи.

4) *Площадь всякаго неправильнаго многоугольника* получится *разложеніемъ его на треугольники посредствомъ діагоналей* или *посредствомъ линій, проведенныхъ изъ точки взятой внутри онаго* (какъ представлено на чер. 175). Опредѣляются площади сихъ треугольниковъ и потомъ складываются.

Если бы многоугольникъ былъ *правильный*, то площадь его будетъ равна *произведенію периметра на половину апотемы*, (т. е. радіуса вписаннаго круга). Или площадь сія будетъ $=\frac{1}{4}na^2\operatorname{Cot}\left(\frac{180^\circ}{n}\right)$, гдѣ n есть число сторонъ сего многоугольника, а a длина одного изъ его боковъ.

5) *Площадь* всякаго *четыреугольника* найдется разложеніемъ его посредствомъ діагонали на два треугольника и опредѣленіемъ поверхности каждаго изъ нихъ. Площадь четыреугольника получится также *чрезъ умноженіе половины произведенія обѣихъ діагоналей на синусъ угла ими составляемаго.*

6) *Площадь круга*, коего радіусъ есть R, равняется πR^2, гдѣ $\pi=\frac{22}{7}$ или $\frac{355}{113}$, или еще точнѣе=3,14159.

7) *Площадь круговаго сектора*, коего дуга заключаетъ въ себѣ n градусовъ$=\frac{\pi n R^2}{360}$; *площадь* же *сегмента*$=\frac{1}{2}R^2\left(\frac{\pi n}{180}-\sin n\right)$; здѣсь вмѣсто $\frac{\pi}{180}$ должно подставлять 0,01745.

8) *Площадь эллипса*, коего половины осей суть a и b, будетъ $=\pi ab$.

§ 203. Вторая и третья изъ теоремъ болѣе прочихъ употребительны въ практикѣ, ибо рубежи дачъ по большей части суть прямыя линіи, и потому онѣ имѣютъ видъ неправильныхъ многоугольниковъ. Такимъ обра-

зомъ для опредѣленія количества всей земли, заключающейся въ какой либо дачѣ, межники коей суть прямыя линіи, разлагаютъ ее, какъ сказано было выше, на треугольники посредствомъ діагоналей, и измѣривъ циркулемъ основанія и высоты оныхъ, вычисляютъ площади сихъ треугольниковъ, и потомъ складываютъ найденные результаты. Или: проведя на планѣ вдоль всей дачи произвольную прямую, опускаютъ на нее изъ всѣхъ вершинъ угловъ перпендикуляры, какъ представлено на чер. 46, которые разложатъ всю фигуру на прямоугольные треугольники и на трапеціи, для опредѣленія площадей коихъ, встрѣтится надобность измѣрить циркулемъ длины сихъ перпендикуляровъ, и разстоянія между ихъ подошвами (*). Такъ наприм. площадь треуг. AFF′ будетъ $=\frac{1}{2}AF' \times FF'$; площадь трапеціи $FF'E'E=\frac{1}{2}(FF'+EE') \times F'E'$, и т. д.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ бываетъ удобнѣе вмѣсто разложенія данной фигуры наприм. ABCDE..... (чер. 170) по вышесказанному, описать около ней прямоугольникъ MNPQ и по опредѣленіи площади онаго, вычислить избытокъ ея надъ площадью данной фигуры, а потомъ вычесть его изъ площади прямоугольника. Для опредѣленія же сего избытка достаточно изъ всѣхъ вершинъ угловъ, не примыкающихъ къ сторонамъ начерченнаго прямоугольника, наприм. D, F и G опустить на оныя перпендикуляры Dd, Ff, Gg, чрезъ что получится рядъ прямоугольныхъ треугольниковъ и тра-

(*) При семъ должно замѣтить, что если контура ABCD.... (чер. 46) снималась эккеромъ, по способу, предложенному на стр. 51, то длины, измѣренныхъ цѣпью линій послужатъ для опредѣленія площади сей контуры, что очевидно.

пеціи, площади коихъ найдутся какъ объяснено было выше.

§ 204. Для опредѣленія площади ограничиваемой неправильными кривыми линіями, проводятъ на планѣ карандашемъ прямыя линіи, такъ, чтобы онѣ, дѣлили приближенно изгибы кривой по поламъ, и такимъ образомъ обративъ данную криволинейную фигуру въ прямолинейную, поступаютъ съ нею какъ при опредѣленіи площади, ограниченной прямыми линіями.

§ 205. Впрочемъ площади, ограничиваемыя кривыми линіями опредѣляются съ большею точностію, посредствомъ слѣдующей теоремы *Симпсона:*

Положимъ, что ABDC (чер. 171) представляетъ данную фигуру, ограниченную кривую AC и тремя прямыми, изъ коихъ двѣ AB и CD между собою параллельны, а третья BD къ нимъ перпендикулярна. Если раздѣлимъ прямую BD на *четное* число равныхъ между собою мелкихъ частей и изъ всѣхъ точекъ дѣленія возставимъ перпендикуляры или *ординаты,* то изобразивъ сіи послѣднія чрезъ y', y'', y''', y^{IV},.....$y^{(n)}$, а разстоянія между ними боквою h, площадь данной фигуры получится, коль скоро $\frac{2}{3}h$ *умножится на полсуммы крайнихъ ординатъ,* т. е. $\frac{1}{2}(y'+y^{(n)})$, *сложенную съ суммою всѣхъ прочихъ* $y''+y'''+y^{IV}$.....$+y^{(n.\,1)}$ *и съ суммою ординатъ четнаго порядка,* $y''+y^{IV}+y^{VI}$..$+y^{(n.\,1)}$ (*).

Чѣмъ h возьмется менѣе, тѣмъ результатъ будетъ точнѣе. Теорема сія примѣняется ко всякой криволинейной фигурѣ, потому что можно ее всегда разложить на другія, и по опредѣленіи площади каждой изъ нихъ, сложить ихъ между собою, или нѣкоторыя изъ нихъ вы-

(*) Доказательство сей теоремы предложено въ *Курсѣ Чистой Математики Франкера,* Часть II. гл. 845, VI.

честь, сообразно съ чертежемъ. Еслибы требовалось опредѣлить площадь, заключающуюся между данною кривою и прямою ее пересѣкающую, какъ BDC (чер. 172), то надлежало бы въ теоремѣ Симпсона положить крайнія ординаты равными нулю.

Теорема Симпсона въ особенности бываетъ полезна, когда контура, заключающая опредѣляемую поверхность снималась обходомъ линій, какъ было объяснено въ §§ 140 и 176, ибо тогда вычисливъ величину поверхности, ограниченной прямыми AB, BC..... (чер. 161) останется посредствомъ сей теоремы опредѣлить части F*f'k'm'e'*E, заключающіяся между сими послѣдними и данною контурою, причемъ перпендикуляры F*f'*, *kk'*, *mm'*....., которые были возставляемы въ полѣ изъ оконечности каждой цѣпи, послужатъ данными ординатами *y'*, *y''*.... а длина самой цѣпи, т. е. 10 саж. изобразитъ въ семъ случаѣ величину *h*.

Объяснимъ примѣромъ:

Предположимъ, что при измѣреніи линій въ полѣ, возставляли перпендикуляры чрезъ каждые 10 саж., и для длины оныхъ найдены были слѣдующія величины:

1-й	перпендикул.	=	18	саж.	5	ф.	Пол-сумма крайнихъ= 22 с. 4 ф.
2-й	— —	=	15	—	3	—	Сумма всѣхъ прочихъ=124 — 6 —
3-й	— —	=	19	—	6	—	Сумма четныхъ = 65 — 6 —
4-й	— —	=	10	—	1	—	Сумма =213 — 2 —
5-й	— —	=	22	—	0	—	Умноживъ на 10 будетъ
6-й	— —	=	16	—	2	—	= 2130 кв. саж. 20 ф.
7-й	— —	=	17	—	1	—	взявъ ⅔ сего числа получимъ для
8-й	— —	=	24	—	0	—	величины искомой площади 1420 кв.
9-й	— —	=	26	—	3	—	саж. 13 кв. фут.

§ 206. Такъ какъ всегда встрѣчается надобность знать не только полное количество земли, заключающейся въ дачѣ, но сколько именно находится оной подъ пашнями, лугами, лѣсами, выгонами, усадьбою, дорогами, ручьями и проч., то въ семъ случаѣ опредѣляютъ поверх-

ность всей дачи, а потомъ площади отдѣльныхъ частей, и повѣряютъ равняется ли сумма послѣднихъ поверхности цѣлой (*). Если разница окажется не превышающею $\frac{1}{300}$ цѣлой площади, то препебрегаютъ ею, какъ не стоющею труда перечислять снова.

§ 207. Въ заключеніе предлагаемъ два практическіе способа опредѣлять по плану количество земли, не требующіе никакихъ вычисленій.

1-й способъ. На топкомъ роговомъ листкѣ, сколь возможно болѣе прозрачномъ (величиною въ 8-ю долю листа писчей бумаги), проводится остріемъ два ряда прямыхъ линій взаимно перпендикулярныхъ, въ такомъ разстояніи однѣ отъ другихъ, чтобы каждый изъ образуемыхъ ими квадратовъ, или прямоугольниковъ, выражалъ по масштабу какую нибудь опредѣленную мѣру поверхности. Наприм. если съемка произведена въ масштабѣ 50 саж. въ дюймѣ, то будетъ полезно сперва начертить рядъ прямоугольниковъ, которыхъ бы стороны выражали по масштабу 30 и 80 саж. (или 40 и 60), дабы каждый изъ нихъ выразилъ 2400 кв. саж. или одну десятину, а потомъ провести два ряда болѣе топкихъ линій въ разстояніи 10-й доли дюйма, чрезъ что каждый малый квадратъ ими образуемый, выразитъ 25 квад. саженей. Изготовленный такимъ образомъ листокъ, кладутъ на ту часть плана, площадь которой желаютъ опредѣлить, и смотрятъ сколько улеглось въ данной контурѣ цѣлыхъ прямоугольниковъ, а потомъ число

(*) Для опредѣленія сколько именно земли находится въ дачѣ подъ дорогами, измѣряютъ по плану циркулемъ длину всѣхъ дорогъ и найденное число саженей умножаютъ на среднюю ширину дороги. Такимъ же образомъ поступаютъ при опредѣленіи земли, находящейся подъ рѣчками, ручьями, каналами и проч.

малыхъ квадратовъ. Но чтобъ не сбиться въ счетѣ, каждый отсчитанный квадратикъ отмѣчается точкою (тушью или мѣломъ распущеннымъ въ водѣ). Отсчитавъ 96 квадратиковъ, дѣлается на сторонѣ какой нибудь знакъ, наприм. крестъ, для означенія полной десятины, послѣ того, число сдѣланныхъ замѣтокъ, съ числомъ улегшихся цѣлыхъ прямоугольниковъ, изобразитъ число десятинъ, заключающихся въ данной контурѣ.

§ 208. 2-й способъ. Изъ мѣдной латуни, или изъ тонкой, но плотной картоны, дѣлается линейка длиною отъ 1 до 2 футовъ, а шириною ровно въ 2 дюйма; на одномъ ея краю означаются дѣленія, каждое въ 24 сотыхъ дюйма. Первая черта слѣва означается нулемъ, а десятки цифрами. Употребленіе сей линейки (*), называемой *аірометромъ*, весьма просто: для опредѣленія площади треуг-ка ABC (чер. 180), начерченнаго по масштабу 100 саж. въ дюймѣ, сперва проводятъ чрезъ точку C неопредѣленную прямую Cc параллельно къ AB, а потомъ кладутъ сію линейку такъ, чтобы точка дѣленія, означеннаго нулемъ, совпадала съ точкою A, а другой край линейки проходилъ чрезъ точку B; послѣ того отсчитываютъ число дѣленій, помѣстившихся между точками A и D, которое и выразитъ число десятинъ, заключающихся въ данномъ треуг-кѣ ACB.

И въ самомъ дѣлѣ, треуг-ки ACB и ABD равно велики, ибо имѣютъ общее основаніе AB и одинаковыя высоты. Но площадь треуг-ка ABD получится, если линію

(*) Она изобрѣтена въ 1841 году однимъ почтеннымъ, нашимъ соотечественникомъ Павломъ Матвѣевичемъ Бибиковымъ, живущимъ въ Донковскомъ уѣздѣ, и посвятившимъ всю свою жизнь на приложеніе физико-математическихъ наукъ къ различнымъ отраслямъ промышлености и сельскому хозяйству.

AD, принявъ за основаніе, умножимъ на половину высоты *Bb*, которая по условію имѣетъ длину равную 2 дюймамъ, что по масштабу выражаетъ 200 саж.; слѣдовательно площадь треуг-ка ABD=AD×100 квад. саж. Если раздѣлимъ это произведеніе на 2400, то частное $\frac{AD\times100}{2400}=\frac{AD}{24}$ выразитъ искомое число десятинъ заключающихся въ треуг-кѣ ABD. Но какъ на линіи AD, начиная отъ точки A, отложены были по масштабу части, каждая въ 24 саж., то число сихъ частей, помѣщающихся въ AD, выразитъ вышеупомянутое частное $\frac{AD}{24}$, ибо длина линіи AD будетъ=длинѣ одной части, т. е. 24 саж., умноженной на число сихъ частей. И такъ, *отсчитанное число частей равно числу десятинъ заключающемуся въ треуг-кѣ* ACB.

Само собою разумѣется, что если между точкою A и начерченною прямою CD уляжется не цѣлое число вышесказанныхъ частей, то очевидно, что искомое число десятинъ будетъ равно цѣлому числу съ дробью; такъ наприм. если въ AD будетъ заключаться 16 частей съ четвертью, то искомая площадь будетъ=$16\frac{1}{4}$ дес. Для опредѣленія величины сей дроби, дѣлятъ каждую изъ частей агрометра, выражающихъ по масштабу 24 саж., на четыре доли; для доставленія же возможности опредѣлять мельчайшія доли десятины, чертятъ особаго рода масштабъ или *шкалу*, слѣдующимъ образомъ: на линіи GF (чер. 183) откладывается столько произвольныхъ, но равныхъ между собою частей, въ какихъ доляхъ десятины желаютъ опредѣлить данную площадь; такимъ образомъ, если бы пожелали, чтобы она выражалась въ 60-хъ доляхъ десятины, то надлежало бы на GF отложить 60 частей. Изъ крайней точки F возставляютъ пер-

пендикуляръ FL длиною равный цѣлой части агрометра, т. е. 24 сотымъ дюйма, и соединивъ точки G и L прямою, возставляютъ изъ всѣхъ прочихъ точекъ дѣленія перпендикуляры къ GF. Если предположимъ, что на GF дѣйствительно отложено было 60 частей, то первый изъ перпендикуляровъ будетъ равенъ 60-й долѣ прямой FL, второй=$\frac{2}{60}$, третій=$\frac{3}{60}$ и т. д.; а слѣдов. при опредѣленіи площади по вышесказанному, достаточно будетъ, не сдвигая съ мѣста агрометра, взять разствореніе циркуля, равное величинѣ KD (предполагая, что k есть послѣднее дѣленіе, помѣстившееся между точками A и D), отыскать, какой именно перпендикуляръ на вышеупомянутой шкалѣ равняется оной, чрезъ что опредѣлится длина kD въ шестидесятыхъ доляхъ десятины. Такъ наприм. если предположимъ, что 21-й перпендикуляръ, (считаемый отъ точки G), оказался равнымъ частицѣ kD, а точка k означаетъ 16-е дѣленіе, то данная площадь =16 дес.+$\frac{21}{60}$ дес. При семъ слѣдуетъ замѣтить, что поелику 60-я доля десятины равна 40 квад. саж. (ибо 40×60=2400), то для опредѣленія искомаго числа квад. саж., достаточно будетъ 21 умножить на 40 и посему данная площадь=16 дес. 840 квад. саж.

Говоря выше объ употребленіи агрометра, мы предполагали, что основаніе AB (чер. 180) длиннѣе 2 дюймовъ; но еслибы данный треуг. былъ ACM, коего каждый изъ боковъ короче 2 дюймовъ, то достаточно было бы продолжить одинъ изъ нихъ, наприм. AM, и по отложеніи MB=AM, опредѣлить по вышесказанному площадь треуг-ка ABC, которая будетъ вдвое болѣе данной AMC. Слѣдов. останется найденный результатъ раздѣлить на 2.

§ 209. Впрочемъ, совѣтуемъ каждому землемѣру дѣ-

лать агрометръ не въ видѣ линейки, какъ объяснено было выше, но просто начертить его тушью на листѣ почтовой бумаги, и потомъ покрыть сей листъ мастичнымъ лакомъ, для того, чтобы она сдѣлалась прозрачною. Не говоря уже о томъ, что выполнить это гораздо легче, нежели сдѣлать изъ мѣди и даже изъ картоны такую линейку, коей бы края были, съ математическою точностью, прямыя параллельныя линіи, отстоящія одна отъ другой въ разстояніи 2-хъ дюймовъ, вышесказанный чертежъ удобнѣе въ практическомъ отношеніи потому, что посредствомъ онаго можно опредѣлять площади треуг-въ, имѣющихъ бока менѣе 2-хъ дюймовъ. И въ самомъ дѣлѣ, если проведутъ на бумагѣ, вмѣсто двухъ, четыре прямыя параллельныя KL, PQ, и MN, GE (чер. 182), изъ коихъ обѣ крайнія отстояли бы въ разстояніи 2-хъ дюймовъ, прямая MN по срединѣ оныхъ, и наконецъ прямая PQ въ разстояніи полу-дюйма отъ линіи KL, и потомъ на сей послѣдней отложатъ части, каждую въ 24 сотыхъ дюйма, то получатъ возможность опредѣлять величину площадей всѣхъ треуг-въ, имѣющихъ бока не короче полу-дюйма, ибо 1) если бокъ AB (чер. 180) даннаго треуг-ка ABC, болѣе 2-хъ дюймовъ, то сдѣланный по вышесказанному агрометръ наложитъ на планъ, такъ, чтобы точка K, (т. е. дѣленіе, означенное нулемъ), совпала съ точкою A, а прямая GE проходила чрезъ точку B; число отсчитанныхъ дѣленій, заключающихся между точкою A и прямою CD изобразитъ требуемое число десятинъ; 2) если бокъ AB будетъ менѣе 2-хъ, но болѣе 1-го дюйма, то разница въ дѣйствіи будетъ состоять только въ томъ, чтобы не GE (чер. 182), но линія MN проходила чрезъ точку B (чер. 180); отсчитанное по вышесказанному число частей по

краю KL, выразить число полу-десятинъ, заключающихся въ данномъ треуг-кѣ ABC; наконецъ 3) если бокъ AB менѣе одного дюйма, но болѣе полу-дюйма, то надобно будетъ агрометру дать такое положеніе, чтобы линія PQ проходила чрезъ точку B: отсчитанное въ семъ случаѣ число частей выразитъ число четвертей десятины, заключающихся въ треуг-кѣ ABC, что очевидно.

Описанный нами выше роговой листокъ приноситъ въ особенности пользу въ томъ случаѣ, когда на планѣ имѣетъ много мелочныхъ контуръ, представляющихъ луга, пашни, кустарники и т. п., площади коихъ требуется опредѣлить; агрометръ же тогда, когда данная фигура довольно велика и можно съ удобностію разложить ее на треугольники.

§ 210. Тригонометрическія вычисленія съ пользою могутъ служить для опредѣленія количества всей земли въ дачѣ заключающейся, особенно въ томъ случаѣ, когда ея границы были сняты астролябіею, а планъ начерченъ ошибочно, или бумага смята и потому невозможно измѣрить безошибочно на немъ длину линій, или наконецъ, когда вовсе не имѣется плана, но имѣются одни только межевыя книги. Въ послѣднемъ случаѣ, достаточно начертить отъ руки планъ дачи, не прибѣгая къ помощи циркуля и транспортира, но сохраняя на немъ одно только взаимное положеніе межниковъ. Означивъ подписью длину опыхъ и число градусовъ въ углахъ заключающееся, подобно какъ представлено на чер. 173, проведутъ изъ произвольной вершины угла, наприм. C, діагонали во всѣ прочія, и вычислятъ площади треуг-въ послѣдовательно одну послѣ другой, (руководствуясь теоремами предложенными въ §202,2-е). Вотъ ходъ вычисленія для фигуры предложенной на чер. 173.

1) Площадь треуг-ка ABC=$\frac{1}{2}$AB. BC sinB, гдѣ AB=270 саж. BC=416 саж. и уг. B=117°.

log $\frac{1}{2}$AB = 2,1303338
log BC = 2,6190933
log sinB = 9,9498809

log площ.= 4,6993080
площ. треуг-ка ABC=50039 квад. саж.

2) Площадь треуг-ка CDE=$\frac{1}{2}$CD.DE sinD, гдѣ CD=523, 4 саж. DE=346, 8. уг. D=87°45′

log $\frac{1}{2}$ CD = 2,4178037
log DE = 2,5400791
log sinD = 9,9996650

log площ.= 4,9575478
площ. треуг-ка CDE=90687 квад. саж.

3) Такъ какъ въ треуг-кѣ ACE, кромѣ бока AE, всѣ прочія части неизвѣстны, то для опредѣленія площади онаго необходимо сперва рѣшить треуг. ABC, дабы найдти длину линіи AC и уг. BAC, зная величину коего, уг. CAE получится, если изъ угла BAE вычтемъ уг. BAC.

Въ треуг-кѣ ABC, величина угловъ A и C опредѣлится посредствомъ формулы:

$$\text{tang}\tfrac{1}{2}(A-C)=\text{Cot}\tfrac{1}{2}B.\frac{BC-BA}{BC+BA},$$ здѣсь $\frac{1}{2}$B=58° 30′

BC—416 log(BC — BA)= 2,1643529 $\frac{1}{1}$(A+C)=31°30′ 0″
BA=270 log Cot $\frac{1}{2}$ B = 2,7872721 $\frac{1}{2}$(A—C)= 7.25.40

BC—BA=146 log (BC+BA)= 2,8363241 A =38.55.40

BC+BA=686 logtang$\frac{1}{2}$(A-C)= 9,1153009 C =24. 4.20
$\frac{1}{2}$(A—C)= 7°25′40″

Длина же бока AC найдется изъ пропорціи

$$\text{SinBAC} : BC = \text{SinB} : AC = \frac{BC\ \text{SinB}}{\text{Sin BAC}}$$

log BC = 2,6190933
log B = 9,9498809
logSinA= 9,7981949

log AC = 2.7707793
AC = 589,9

И такъ, въ треуг-кѣ ACE имѣетъ теперь три извѣстныя части: AE=604, AC=589,9 и уг. CAE=101°5′—38°55′40′=62°9′20″: слѣд. площадь онаго будетъ=$\frac{1}{2}$AE. AC. SinCAE.

$$\log \tfrac{1}{2}\,AE = 2{,}4800069$$
$$\log\ AC = 2{,}7707793$$
$$\log \mathrm{Sin}CAE = 9{,}9465598$$
$$\log \text{площ.} = 5{,}1973460$$

площ. треуг-ка ACE=157524 квад. саж.

Наконецъ, остается сложить найденныя площади треуг-въ и получимъ:

50039
90687
157524

Площ. многоуг-ка = 298250 квад. саж. или 124 дес. 650 квад. саж.

B) Межеваніе.

§ 211. Цѣль размежеванія какой либо дачи, состоитъ въ раздѣленіи оной въ содержаніи данныхъ чиселъ, опредѣляемыхъ правами на нее владѣльцевъ.

Для рѣшенія всѣхъ подобныхъ вопросовъ, вычисляютъ сперва поверхность всей земли, находящейся въ общемъ владѣніи; найденный результатъ дѣлятъ въ данномъ содержаніи посредствомъ правила товарищества, для того, чтобы узнать, сколько десятинъ или квадратныхъ саженей должно достаться на долю каждаго. Послѣ того примѣрно проводятъ на планѣ линіи рубежей и вычисляютъ поверхности образовавшихся на немъ участковъ. Узнавъ такимъ образомъ, какимъ именно количествомъ, каждый изъ сихъ участковъ на планѣ увеличенъ или уменьшенъ останется потомъ исправить положеніе начерченныхъ линій посредствомъ пріемовъ ниже сего предлагаемыхъ.

§ 212. Предположимъ, что проводя прямую EI (чер. 169) имѣли въ виду раздѣлить четыреугольникъ ABCD по поламъ, а по опредѣленіи площадей ADEI и IECB,

которыя мы изобразимъ чрезъ M и N, оказалось, что площадь M болѣе a квадратными саженями площади N. Посмотримъ, какимъ образомъ должно провести такую прямую EF, чтобы обѣ части сдѣлались между собою равными, т. е. чтобы площадь N увеличилась $\frac{1}{2}a$ квад. саженями, а площадь M тѣмъ же количествомъ уменьшилась: опустимъ изъ точки E на прямую AB перпендикуляръ EH=h, и измѣримъ его длину. Очевидно, что площадь требуемаго треуг-ка EFI должна равняться $IF \times \frac{1}{2} h = \frac{1}{2}a$, откуда $IF = \frac{a}{h}$. И такъ, *если раздѣлимъ найденный избытокъ на длину перпендикуляра h, то найденное частное изобразитъ длину искомаго основанія треугольника,* которую останется отложить отъ точки I къ F и потомъ соединить точки E и F прямою.

Это рѣшеніе, очевидно соотвѣтствуетъ вопросу: провести чрезъ данную точку E прямую EF, которая раздѣлила бы многоугольникъ по поламъ, или въ какомъ либо другомъ данномъ содержаніи. Но еслибы условіе вопроса требовало, чтобы сія прямая была параллельна какой нибудь другой линіи, то надлежало бы сперва провести примѣрно прямую EI (чер. 174) параллельно данному направленію, и узнавъ какимъ именно количествомъ $\frac{1}{2}a$, площадь N должна быть увеличена, найдти потомъ разстояніе mn требуемой линіи FG отъ EI изъ уравненія: площадь $EFGI = \frac{1}{2}a = EI \times mn$, откуда $mn = \frac{a}{2\,EI}$.

При этомъ рѣшеніи мы предполагали, что бока AB и CD между собою параллельны. Впрочемъ погрѣшность не будетъ ощутительна до тѣхъ поръ, пока бока сіи не будутъ значительно наклонены одинъ къ другому. Но даже и въ семъ случаѣ можно поступить по вышеска-

занному, а именно: принявъ найденное рѣшеніе за приближенное, исправить потомъ результатъ посредствомъ того же самаго пріема.

Хотя изложенный нами теперь способъ есть не иное что, какъ рядъ попытокъ, однакоже въ практикѣ, по своей краткости, онъ бываетъ весьма полезенъ, а въ особенности при выполненіи частныхъ условій раздѣла.

§ 213. Во многихъ случаяхъ бываетъ удобнѣе для рѣшенія вопроса предложеннаго на стр. 268, именно: для проведенія чрезъ данную точку E (чер. 169) такой прямой EF, чтобы она отдѣлила отъ данной фигуры часть, заключающую въ себѣ требуемое число квадратныхъ единицъ, наприм. десятинъ, саж. и проч., употребить слѣдующій пріемъ: соединивъ точки E и A прямою, вычислить площадь треугольника DAE и вычесть оную изъ даннаго числа квадратныхъ единицъ. Разность изобразитъ величину площади треуг-ка AEF, которую слѣдуетъ придать къ площади треуг-ка ADE, чтобы составилась требуемая часть. Наконецъ раздѣливъ сію разность на половину перпендикуляра EH, опущеннаго изъ точки E на AB, частное выразитъ длину основанія AF, по отложеніи коей, останется соединить точки F и E прямою.

Объяснимъ примѣромъ:

Требуется раздѣлить многоугольникъ ABCDE (чер. 173), заключающій въ себѣ 298250 квад. саж. прямою, проходящею чрезъ точку C, на двѣ равныя части. Слѣд. каждая изъ сихъ частей должна заключать въ себѣ 149125 квад. саж.

Проведемъ діагональ AC и опредѣлимъ площадь треуг-ка ABC; площадь сія будетъ = 50039; вычтя это число изъ предшествующаго, получимъ 99076. Таково

число квадр. саженей, которое должно заключаться въ треуг-кѣ ACI, чтобы выполнилось условіе раздѣла. Опустимъ изъ C перпендикуляръ CK на AE; длина онаго будетъ = 521,6. Раздѣливъ 99076 на половину сего числа, т. е. на 260,8, получимъ въ частномъ почти 380 саж.; наконецъ отложивъ сію длину отъ A до I, прямая CI будетъ требуемая линія, которая раздѣлитъ поверхность даннаго многоугольника на двѣ равныя части. И въ самомъ дѣлѣ, площадь треуг-ка AIC = 260,8×380 = 99076; площадь же треуг-ка ABC = 50039; сумма обѣихъ сихъ площадей составляетъ 149125 квад. саж., т. е. половину цѣлаго многоугольника.

При семъ должно замѣтить, что

1) Еслибы контура ABC была неправильная кривая линія, то употребили бы тотъ же самый пріемъ, съ тою только разностію, что опредѣленіе поверхности ABC было бы затруднительнѣе, ибо надлежало бы поступить или по теоремѣ Симпсона (см. § 205), или какъ сказано было въ § 204, или наконецъ какъ въ § 207.

2) Еслибъ потребовалось провести рубежъ между обѣими частями, который проходилъ бы чрезъ данную точку L, взятую на линіи AE, то надлежало бы провести прямую BL и по вычисленіи поверхности треуг-ка BAL, опредѣлить длину BM по вышесказанному, т. е. чтобы треуг. MBL, сложенный съ треуг. ABL, составилъ половину данной поверхности.

§ 214. Вотъ еще примѣръ: требуется размежевать дачу, состоящую изъ 5720 десятинъ на три части въ содержаніи чиселъ 2, 3 и 5. Посредствомъ правила товарищества, опредѣляемъ сколько именно каждая часть

должна заключать въ себѣ десятинъ. Для сего составляемъ пропорцію:

2+3+5 или 10 : 5720=2 : x=1144 десят.
10 : 5720=3 : y=1716 —
10 : 5720=5 : z=2860 —

И такъ, 1-й участокъ долженъ состоять изъ 1144, 2-й изъ 1716, а 3-й изъ 2860 десятинъ. Еслибы при размежеваніи сей дачи не имѣлось никакихъ особыхъ условій, то дѣйствіе совершилось бы весьма просто: сперва провели бы прямую такимъ образомъ, чтобы часть ею отдѣляемая къ одной сторонѣ, заключала въ себѣ 1144 десят.; послѣ того отдѣлили бы другой участокъ, состоящій изъ 1716 десят. и повѣрили бы находится ли въ остальной части 2860 десят. Останется означить сіи линіи на мѣстности.

Но если при размежеваніи вводятся какія либо особыя условія, какъ наприм. предполагая, что вся дача граничится съ одной стороны рѣкою AD, (чер. 178) въ которую впадаютъ два ручья *ab* и *cd*, и требуется, чтобы первый участокъ находился въ N, второй въ M, а третій въ P, между обоими ручьями, то въ семъ случаѣ, провели бы изъ точки *a* произвольную прямую *a*B и вычисливъ величину поверхности *a*BA*b*, узнали бы какимъ именно количествомъ должно увеличить или уменьшить оную, чтобы въ участкѣ N получилось 1144 десят. Предположимъ, что по совершеніи вычисленія, величина поверхности *a*BA*b* оказалась равною 1104 десят. 2064 квад. саж.; слѣд., чтобы образовался требуемый участокъ, недостаетъ въ ней 1144 дес.=(1104 дес. 2064 кв. саж.)=39 дес. 336 кв. саж. или = 93936 кв. саж. Опустимъ изъ точки *a* на линію BC перпендикуляръ *a*K и измѣримъ циркулемъ его длину. Пусть длина онаго

будетъ 456 саж. Раздѣлимъ найденный избытокъ 93936 на половину сего перпендикуляра, т. е. на 228; частное 412 саж. отложимъ циркулемъ отъ B до L и проведемъ прямую *a*L, которая изобразитъ рубежъ 1-го участка въ 1144 десят. Останется сей рубежъ проложить на мѣстности, что можно исполнить различнымъ образомъ: такъ наприм. если положеніе точки *a* будетъ на мѣстности извѣстно, то достаточно будетъ по линіи BC отъ точки B отмѣрить BL=412 саж. и потомъ провѣшить линію, соединяющую точку *a* съ L. Если же положеніе точки *a* неизвѣстно съ точностію, то измѣрятъ на планѣ съ помощію транспортира величину угла BL*a*, а потомъ опредѣлятъ въ полѣ астролябіею (см. стр. 235) или мензулою (см. § 123) направленіе *a*L и потомъ отмѣрятъ на ней часть, соотвѣтствующую длинѣ линіи L*a* на планѣ.

Такимъ же образомъ слѣдуетъ поступить при отмежеваніи участка M въ 1716 десят. и т. д.

§ 215. Для раздѣленія многоугольника ABCDE (чер. 175) на нѣсколько равныхъ или неравныхъ между собою частей, линіями, исходящими изъ точки L, взятой внутри онаго, должно сперва условиться, гдѣ долженъ пролегать одинъ изъ рубежей. Пусть прямая AL представляетъ линію, отъ коей должно отмежевать по порядку участки, поверхности коихъ изобразимъ чрезъ M, N и P. Рѣшеніе этого вопроса сходно съ предшествующимъ; а именно:

Проведемъ прямую BL и вычислимъ площадь треугка ALB; вычтя сію площадь изъ величины M требуемой части, раздѣлимъ разность M—ALB на половину перпендикуляра LK опущеннаго изъ L на BC. Частное $\frac{M-ALB}{\frac{1}{2}LK}$ изобразитъ длину BQ, по отложеніи которой

останется провести прямую LQ. Для отмежеванія слѣдующей части N, вычтемъ изъ N площадь треуг-ка LQC. Если разность будетъ менѣе площади CDL, то второй рубежъ будетъ пролегать въ треуг-кѣ DLC; если же болѣе, то въ треуг-кѣ DLE. Въ послѣднемъ случаѣ, должно разность N—LQCD раздѣлить на половину перпендикуляра LF. Отложивъ частное отъ D до R, прямая RL изобразитъ требуемую.

§ 216. Вотъ еще способъ дѣленія поверхности многоугольниковъ, не требующій никакихъ вычисленій: пусть данный многоугольникъ будетъ ABCDEF (чер. 177), и желаютъ его раздѣлить на три равныя части. Проведемъ чрезъ точки B, C и E, прямыя B*b*, C*c*, E*e*, параллельныя къ AF, и раздѣливъ каждую изъ нихъ на три равныя доли, соединимъ точки дѣленія ломаными линіями DKIIG и DONML, которыя очевидно разложатъ данную поверхность на три равныя части, ибо какъ три треугольника CKD, KOD и O*c*D, такъ и каждыя три трапеціи, лежащія между двумя параллельными линіями, равновелики, по причинѣ равенства основаній и высотъ.

Здѣсь предположили, что данная фигура дѣлится на три равныя части; но еслибы пожелали ее раздѣлить на три части въ содержаніи данныхъ чиселъ, наприм. 2, 3 и 4, то очевидно все различіе въ дѣйствіи состояло бы только въ томъ, что встрѣтилась бы надобность каждую изъ параллельныхъ линій C*c*, *e*E и B*b*, дѣлить въ данномъ содержаніи.

Еслибы потребовалось, чтобы рубежи между участками были прямыя линіи, то должно руководствоваться извѣстными геометрическими правилами превращенія фигуръ. Впрочемъ подобнаго рода вопросы, удобнѣе рѣшать посредствомъ слѣдующей задачи.

§ 217 *Вмѣсто криволинейной границы* ABCDEFG (чер. 181) *двухъ смежныхъ владѣній, требуется чрезъ данную точку* G *провести прямолинейную,* не измѣняя величины поверхности каждаго изъ нихъ. Проведемъ произвольную прямую AG и вычислимъ, по какому бы то ни было способу, величину площадей ABC, CDE и EFG: еслибы случайно оказалось, что ABC + EFG = CDE, то очевидно, линія AG удовлетворила бы вопросу; но если ABC + EFG > CDE, то изобразивъ разность между обѣими частями сего неравенства чрезъ Q, т. е. ABC + EFG — CDE = Q, раздѣлимъ ее на половину AG Частное $\frac{Q}{\frac{1}{2}AG}$ изобразитъ высоту треугольника AKG равнаго Q. И такъ, если возставимъ къ AG перпендикуляръ $AK = \frac{Q}{\frac{1}{2}AG}$, то прямая KG изобразитъ требуемую.

Еслибы потребовалось, чтобы при точкѣ A не было перелома межи, то очевидно надлежало бы продолжить границу MA до пересѣченія съ прямою KN, проведенною чрезъ точку K параллельно къ AG и потомъ точку N соединить съ G прямую, ибо треуг-ки AKG и ANG будутъ равно велики, какъ имѣющіе общее основаніе и одинаковыя высоты.

Предположимъ наприм., что по проведеніи прямой AG и по вычисленіи нашли ABC = 12348, EFG = 7562 и CDE = 10342 квад. саж.; сумма двухъ первыхъ = 19910; вычтя 10342 изъ сего числа, получимъ 9568, для величины площади треуг-ка, который слѣдуетъ начертить на линіи AG, чтобы поверхность земли обоихъ владѣльцевъ не измѣнилась. Измѣримъ длину линіи AG и положимъ, что она оказалась равною 416 саж.; раздѣливъ 9568 на 208, получимъ въ частномъ

46 для длины перпендикуляра AK. И въ самомъ дѣлѣ, площадь треуг-ка AKG=½416×46=9568, т. е. требуемому количеству земли, которое слѣдуетъ придать къ участку MAG, чтобы равенство владѣній не нарушилось.

§ 218. Доселѣ мы разсматривали способы межеванія въ отношеніи геометрическомъ, т. е. не обращая вниманія ни на качество земель, ни на мѣстное положеніе угодьевъ, дѣлили всю поверхность дачи въ содержаніи правъ, имѣемыхъ на нее владѣльцами. Но если при размежеваніи принято будетъ во вниманіе выгоды или невыгоды земель въ хозяйственномъ отношеніи, то рѣшеніе вопроса можетъ представить немаловажныя трудности. Простѣйшаго рода рѣшеніе въ подобныхъ случаяхъ состоитъ въ размежеваніи дачи на нѣсколько клиньевъ, т. е. такъ, чтобы каждый изъ владѣльцевъ изъ всѣхъ угодьевъ, такъ равно изъ всѣхъ удобныхъ и неудобныхъ земель, получилъ для себя часть соотвѣтственно имѣемому на нее праву. Тогда по снятому плану вычисляютъ поверхность земли, находящейся подъ пашнею, лугами, выгонами, лѣсами и т. п., а потомъ съ каждымъ изъ сихъ угодьевъ, поступаютъ отдѣльно какъ сказано было въ § 211.

Если же напротивъ требуется, чтобы не было отдѣльныхъ клиньевъ, но чтобы часть каждаго изъ владѣльцевъ была отмежевана къ одной сторонѣ, то по мѣстному положенію угодьевъ можетъ случиться, что они получатъ участки не одинаковаго качества земли. Въ семъ случаѣ для уравненія частей необходимо принять за постоянное правило, чтобы *при размежеваніи соблюдаемо было содержаніе не между величинами поверхностей отмежевываемыхъ частей, но между ихъ цѣнностями.*

Вотъ начала, служащія основаніемъ производству такого дѣйствія.

§ 219. I. Пусть будутъ взяты два участка A и B, коихъ качество земли различно. Положимъ, что участокъ A состоитъ изъ S десятинъ, а участокъ B изъ S′; цѣна же за десятину 1-го равно p рублямъ, а 2-го p' руб.; изобразимъ цѣну всего участка A чрезъ v, а участка B чрезъ v', очевидно получимъ $v=p\mathrm{S}$, $v'=p'\mathrm{S}'$; содержаніе же между сими цѣнами будетъ

$$\frac{v}{v'}=\frac{p\mathrm{S}}{p'\mathrm{S}'}\ldots\ldots\ldots (1)$$

Здѣсь должно замѣтить, что искомое содержаніе $\frac{v}{v'}$ не перемѣнится, если мы вмѣсто p и p', означающихъ цѣны за десятину каждаго участка, подставимъ числа, находящіяся въ томъ же самомъ содержаніи. Такъ наприм. если $p=80$, $p'=50$, то можно сіи числа замѣнить 40 и 25, или 8 и 5 или наконецъ 1 и $\frac{5}{8}$. Числа p и p' впредь мы будемъ называть *качествомъ* земель (Bonität), на основаніи того, что цѣнность земли зависитъ отъ чистаго дохода съ нее получаемаго, а доходъ отъ ея качества. Искусство опредѣлять содержаніе между числами p и p', само по себѣ довольно трудное, не принадлежитъ къ числу обязанностей землемѣра, но входитъ въ составъ свѣдѣній опытнаго земледѣльца (*).

(*) При оцѣнкѣ земли (*бонитировки*), принимаютъ во вниманіе грунтъ ея, толщину почвы, свойство подпочвы, куда обращены поля, гориста ли, холмиста или ровна мѣстность, и близость отъ селенія. Принявъ сверхъ того во вниманіе цѣнность обработки земли, эти данныя послужатъ къ опредѣленію чистаго урожая, получаемаго съ десятины каждаго поля въ рубляхъ, или еще удобнѣе въ зерновомъ хлѣбѣ. Такъ наприм. еслибы найдено было, что десятина одного поля, даетъ чистаго дохода a четвертей хлѣба, а десятина другаго b четвертей, то содержаніе $\frac{a}{b}$, очевидно было бы

Когда же оно найдено, то и самое размежеваніе не представитъ особыхъ затрудненій.

II. Предположимъ теперь, что взяты два поля A и B различныхъ качествъ, но цѣнности имѣющія *равныя*. Означимъ, какъ и прежде, величины ихъ поверхностей чрезъ S и S′, а качества чрезъ p и p'; поелику по условію цѣнности оныхъ равны, то въ урав. (1), очевидно будетъ $v=v'$, а посему

$$pS=p'S' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2).$$

Отсюда найдется одна изъ величинъ S и S′, если другая извѣстна.

Это уравненіе приводитъ къ рѣшенію слѣдующаго вопроса: даны два поля различнаго качества, и требуется отрѣзать отъ одного изъ нихъ такой участокъ, который по цѣнности можно было бы принимать равнымъ другому. Такъ наприм. положимъ, что качество двухъ полей A и B содержится какъ 8 : 5; поле же B состоитъ изъ 136 десятинъ, и желаютъ знать число десятинъ другаго, по цѣнности ему равной. Здѣсь $p=8$, $p'=5$, $S'=136$; посему

$8\times S=5\times 136$, откуда $S=\frac{5}{8}\times 136=85$.

И такъ, 85 десятинъ поля A по цѣнности можно принимать равнымъ 136 десятинамъ поля B. При семъ замѣтимъ, что дробь $\frac{5}{8}$, на которую помножается данная поверхность, изображаетъ качество (или цѣну за десятину) поля B, если качество (или цѣну за десятину) другаго примемъ за единицу, ибо данное содержаніе 8 : 5 равно содержанію 1 : $\frac{5}{8}$.

Отсюда выводимъ слѣдующее правило: если *дана ка-*

равно содержаніе $\frac{p}{p'}$, цѣнности сихъ земель и потому могло бы быть введено въ наше вычисленіе.

кая либо поверхность земли и требуется знать величину другой иного качества, но одинаковой съ нею цѣнности, то достаточно данную поверхность умножить на ея качество, принимая качество опредѣляемой за единицу; или: *умножить данную поверхность на цѣну за ея десятину и раздѣлить произведеніе на цѣну за десятину опредѣляемой.*

Вотъ примѣръ: положимъ, что имѣется поле величиною въ 51 десят., состоящее изъ трехъ участковъ A, B, C, которыхъ качества почвъ находятся въ содержаніи чиселъ 7, 5 и 4, и что первый изъ нихъ A=17 дес., второй B=14 дес., а третій C=21 дес. Принявъ качество участка A за единицу, качество участка B выразится чрезъ $\frac{5}{7}$, а участка C чрезъ $\frac{4}{7}$. Дроби $\frac{5}{7}$ и $\frac{4}{7}$ соотвѣтственно умножимъ на 14 и 21 : получимъ 10 и 12. Слѣд. цѣнность всего поля должно разсматривать равною 17+10+12=39 десятинамъ земли, коей качество одинаково съ участкомъ A. И такъ, еслибы потребовалось это поле раздѣлить между тремя владѣльцами по ровну, то надлежало бы каждую часть сдѣлать такой величины, чтобы по цѣнности она равнялась 13 дес. земли участка A.

§ 220. Изъ сихъ началъ легко можно заключить, что для размежеванія чрезполоснаго владѣнія, состоящаго изъ частей различнаго качества, надлежитъ: 1) по снятому плану вычислить сперва поверхности всѣхъ угодьевъ различныхъ качествъ; 2) сдѣлать оцѣнку сихъ частей, т. е. опредѣлить въ числахъ цѣну или качество оныхъ; 3) принявъ качество одной изъ сихъ частей за единицу, выразить въ доляхъ оной качество прочихъ; 4) найденныя дроби соотвѣтственно умножить на величину поверхностей и происшедшія произведенія сло-

жить между собою: сумма изобразитъ по цѣнности число десятинъ всей дачи, еслибы качество ея земли было одинаково съ тѣмъ участкомъ, коего качество приняли за единицу. 5) Сумму сію раздѣлить, посредствомъ правила товарищества, на части, въ содержаніи правъ имѣемыхъ владѣльцами. 6) Провести примѣрно на планѣ линіи рубежей, сообразно съ мѣстными обстоятельствами и желаніемъ владѣльцевъ. 7) Поступить съ каждымъ изъ означившихся на планѣ участковъ точно также, какъ первоначально поступали съ цѣлою дачею, именно: опредѣлить какому числу десятинъ равняется по цѣнности каждый участокъ, еслибы качество земли было одинаково съ тою частію, коей качество принято было за единицу; изъ сравненія сихъ результатовъ съ вышенайденными опредѣлится величина ошибки, сдѣланной при означеніи на планѣ рубежей. 8) Руководствуясь изложеннымъ въ § 212, исправить величину означенныхъ участковъ, и для доставленія дѣйствію строжайшей точности повторить вычисленіе снова. Наконецъ 9) проложить границы участковъ на мѣстности.

§ 221. Объяснимъ примѣромъ:

Пусть требуется раздѣлить дачу ABCDEF (чер. 179), состоящую изъ 12750 десятинъ, между тремя владѣльцами, въ содержаніи чиселъ 2, 3 и 5, посредствомъ прямыхъ, проходящихъ чрезъ данныя на мѣстности точки k и m.

Еслибы качество всего поля было одинаково, то нашли бы по правилу товарищества, что на долю одного должно достаться 2550 дес., на долю другаго 3825 дес., а на долю третьяго 6375 дес. Въ семъ случаѣ осталось бы провести линіи kl и mn, руководствуясь изложеннымъ въ § 212 или въ § 213, такъ, чтобы величина

участковъ P, Q, R равнялась соотвѣтственно найденнымъ числамъ.

Но предположимъ, что данная дача состоитъ изъ трехъ частей *aBcb*, A*abd*F и *dbc*CDE, качества земли коихъ содержатся какъ 4 : 7 : 11, а поверхности оныхъ соотвѣтственно равны 1815, 4235 и 6700 дес. Принявъ качество послѣдней за единицу, качество части *aBcb* выразится чрезъ $\frac{4}{11}$, а части A*abd*F чрезъ $\frac{7}{11}$. Умножимъ 1815 на $\frac{4}{11}$, а 4235 на $\frac{7}{11}$, получимъ 660 и 2695: сумма сихъ чиселъ вмѣстѣ съ величиною 3-й части= 6700 будетъ=10055. И такъ, все данное поле въ хозяйственномъ отношеніи надобно принимать, по цѣнности, равнымъ 10055 десятинамъ земли, которой качество одинаково съ частію *dbc*CDE, и сей результатъ слѣдуетъ раздѣлить по правилу товарищества въ содержаніи чиселъ 2, 3 и 5; найдемъ

P′=2011, Q′=3016,5 и R′=5027, 5.

Сдѣланное нами прежде на планѣ раздѣленіе, очевидно, не будетъ имѣть точности, ибо части земель различнаго качества не входятъ въ каждый изъ участковъ въ содержаніи данныхъ чиселъ, а потому для исправленія положенія линій *kl* и *mn*, опредѣлимъ сперва по плану, сколько именно десятинъ каждаго качества вошло въ участки P, Q и R, и величину найденныхъ поверхностей умножимъ на соотвѣтствующія качества. Вычисленіе располагаемъ слѣдующимъ образомъ:

Въ участкѣ P:

a) 1650 десятинъ 2-го разбора, по умноженіи на ея качество $\frac{7}{11}$, будетъ . .	1050
b) 909 десятинъ 1-го разбора . . .	900
	1950

Въ участкѣ Q:

a) 231 десятина 3-го разбора, по умноженіи на ея качество $\frac{4}{11}$, будетъ .	84
b) 1760 десятинъ 2-го разбора, по умноженіи на ея качество $\frac{7}{11}$, будетъ . .	1120
c) 1834 десят. 1-го разбора	1834
	3038

Въ участкѣ R:

a) 1584 десят. 3-го разбора, по умноженіи на ея качество $\frac{4}{11}$, будетъ .	576
b) 825 десят. 2-го разбора, по умноженіи на ея качество $\frac{7}{11}$	525
c) 3966 десятинъ 1-го разбора . . .	3966
	5067

И такъ, означенные на планѣ участки P, Q, R, по цѣнности надобно принимать соотвѣтственно равными 1950, 3038 и 5067 десятинамъ 1-го разбора; но какъ, мы выше видѣли, что сіи участки должны соотвѣтственно быть равны 2011, 3016,5 и 5027,5, то легко опредѣлить величину погрѣшности каждаго изъ означенныхъ на планѣ участковъ и потомъ исправить положеніе рубежей. Такимъ образомъ разность 2011—1950=61 изобразитъ величину погрѣшности участка P, а слѣд. надлежитъ отъ участка Q отрѣзать полосу *k*lL такой величины, чтобы по цѣнности поверхность ея равнялась 61 десят. земли 1-го разбора. Этого можно достигнуть двоякимъ образомъ: или во 1-хъ, не обращая вниманія на различіе качествъ земель, отрѣзать отъ участка Q полосу величиною въ 61 десят., а потомъ по совершеніи вычисленія, подобно какъ выше показано, опредѣлить опять какимъ именно количе-

ствомъ онъ означенъ на планѣ ошибочно; останется послѣ того прибавить къ нему недостающее число десятинъ; или во 2-хъ, принявъ полусумму качествъ земли, прилежащей къ линіи *kl*, за среднее качество всего участка Q, т. е. $\left(\frac{1+\frac{7}{11}}{2}\right)=\frac{1}{2}\left(1+\frac{7}{11}\right)=\frac{1}{2}\cdot\frac{18}{11}=\frac{18}{22}=\frac{9}{11}$, раздѣлить данное число 61, умноженное на 2400, на сію дробь, частное 146400: $\frac{9}{11}$=13309, выразитъ число квадратныхъ саженей поверхности требуемой части *kl*L (*). Останется послѣ того, на основаніи § 213, провести прямую *k*L удовлетворяющую сему условію.

Равнымъ образомъ для исправленія положенія рубежа участка Q, опредѣлимъ сперва сдѣланную въ немъ погрѣшность. На планѣ сумма площадей P+Q сдѣлана равною 1950+3038=4988, а надлежитъ чтобы въ сей суммѣ заключалось 2011+3016,5=5027,5 десят.; слѣд. разность 5027,5—4988=39,5 изобразитъ сколькими десятинами участокъ Q представленъ на планѣ менѣе. Останется, руководствуясь вышеизложеннымъ, провести прямую *m*N такъ, чтобы поверхность треуг-ка *mn*N выразила по цѣнности 39,5 десятинъ земли 1-го разбора.

§ 222. Еслибы оцѣнка земли различнаго качества сдѣлана была въ рубляхъ за десятину (что иногда многіе владѣльцы дѣйствительно признаютъ удобнѣйшимъ), то для размежеванія дачи сперва раздѣлили бы всѣ числа, изображающія цѣну за десятину земли различнаго качества, на одно изъ нихъ и такимъ образомъ, обра-

(*) Это явствуетъ изъ того, что поверхность *kl*L=13309, будучи умножена на свое качество $\frac{9}{11}$, даетъ въ произведеніи число 146400 квад. саж., которое есть данное.

тивъ сіи цѣны въ отвлеченныя числа, поступили бы потомъ какъ выше сего сказано. Такъ наприм. еслибы цѣна за десятину одного участка была 110, другаго 70, а третьяго 40 руб., то раздѣливъ всѣ сіи числа на 110, получили бы 1, $\frac{7}{11}$, $\frac{4}{11}$, чрезъ что вопросъ обратился бы въ вышеразсмотрѣнный.

Впрочемъ при рѣшеніи всѣхъ вопросовъ межеванія въ подобномъ случаѣ, удобнѣе будетъ поступать слѣдующимъ образомъ:

Опредѣливъ сперва цѣну всей дачи (чрезъ умноженіе числа десятинъ каждаго угодья, на цѣну за его десятину), раздѣлятъ оную посредствомъ правила товарищества на части въ отношеніи правъ, имѣемыхъ на нее владѣльцами. Результаты изобразятъ въ рубляхъ цѣны требуемыхъ участковъ. Проведя на планѣ примѣрно положеніе рубежей, опредѣлятъ сколько именно десятинъ земли различнаго качества вошло въ каждый изъ означенныхъ на немъ участковъ, и послѣ того умноживъ сіи числа на соотвѣтствующія цѣны, получатъ возможность узнать въ рубляхъ величину избытка или недостатка каждаго означеннаго на планѣ участка. По опредѣленіи поверхностей, останется исправить на планѣ положеніе рубежей, руководствуясь основными правилами.

Объяснимъ примѣромъ: предположимъ, что требуется размежевать дачу ABCDEF (чер. 179), состоящую изъ 1159 десятинъ между тремя владѣльцами въ содержаніи чиселъ 2, 3 и 5, и что въ ней земля трехъ качествъ: въ контурѣ *dbc*CDE, заключающей 609 десятинъ, оцѣнена по 110 руб.; въ контурѣ A*abd*F, состоящей изъ 385 дес., по 70 руб., и наконецъ въ контурѣ *aBcb*, заключающей 165 по 40 руб. за десятину.

Очевидно, что земля 1-го разбора стоитъ $110\times609=66990$ руб.
2-го разбора — — $70\times385=26950$ —
3-го разбора — — $40\times165=6600$ —
100540

И такъ, вся дача стоитъ 100540 руб. Раздѣливъ это число на три части въ содержаніи чиселъ 2, 3 и 5, получимъ 20108, 30162 и 50270, выражающія цѣны требуемыхъ частей.

Проведемъ теперь на планѣ примѣрно линіи *kl* и *mn* и опредѣлимъ величину площадей земли различнаго качества въ участкахъ P, Q и R заключающіяся. Предположимъ, что найдено было

Въ участкѣ P
150 десят. 2-го разбора; цѣнность - 10500 руб.
85 десят. 1-го разбора; — — - 9570 —
20070

Въ участкѣ Q
21 десят. 3-го разбора; — — - 840 —
160 десят. 2-го разбора; — — - 11200 —
168 десят. 1-го разбора; — — - 18480 —
30520 —

Въ участкѣ R
144 десят. 3-го разбора; — — - 5760 —
75 десят. 2-го разбора; — — - 5250 —
354 десят. 1-го разбора; — — - 33940 —
49950 —

Изъ чего явствуетъ, что цѣнности означенныхъ на планѣ участковъ P, Q, R, суть 20070, 30520 и 49950; по условію же надлежитъ, чтобы они стоили 20108, 30162 и 50270. И такъ, надобно участокъ P увеличить на количество стоющее 20108—20070=38 руб. Принимая среднюю цѣнность десятины всей полосы участка Q, прилежащей къ участку P, равною 90 руб., т. е. средней цѣны земли 1-го и 2-го разбора, раздѣлимъ 38 на 90, получимъ въ частномъ $\frac{38}{90}=\frac{19}{45}$, что изобразитъ долю десятины, недостающей въ участкѣ P; умноживъ

се на 2400, произведеніе 1013 (отбрасывая дробь), выразитъ число квадратныхъ саженей въ сей долѣ заключающейся. И такъ, останется провести прямую *k*L, какъ объяснено было въ § 212 или 213, отдѣляющую часть *kl*L равную 1013 кв. саж.

Такимъ же образомъ слѣдуетъ поступить для исправленія рубежа *mn*.

§ 223. Все сказанное нами о раздѣленіи поля, состоящаго изъ земли различнаго качества, можно легко примѣнить къ межеванію дачъ вообще. И въ самомъ дѣлѣ, цѣль межеванія, какъ мы уже замѣтили въ § 218, состоитъ въ томъ, чтобы каждый изъ участниковъ въ раздѣлѣ получилъ часть изъ луговъ, пашни, лѣсовъ и прочихъ угодьевъ, соразмѣрно имѣемому имъ праву; посему, еслибы мѣстныя обстоятельства не дозволили выполнить это условіе, и слѣд. еслибы на долю одного представилась надобность выдѣлить болѣе луговъ, другому пашни и т. д., то для уравненія частей, слѣдовало бы напередъ сдѣлать оцѣнку земли, т. е. опредѣлить цѣну наприм. десятины луга, пашни и т. п., и потомъ поступить при межеваніи, руководствуясь вышеизложеннымъ, для соблюденія содержанія не между поверхностями участковъ, но между ихъ цѣнностями.

С. Нарѣзка десятинъ.

§ 224. Сказанное нами на стр. 250, касательно межеванія, примѣняется къ разрѣзкѣ земли на десятины: сперва чертятся на планѣ прямоугольники, параллелограммы, и даже неправильные многоугольники такой величины, чтобы площадь каждой фигуры выражала по масштабу 2400 квад. саж.; послѣ того опредѣляется на

мѣстности положеніе всѣхъ проведенныхъ на планѣ линій.

Но прежде чѣмъ приступять къ первому изъ этихъ дѣйствій, полезно вычислить по плану все количество земли, уже находящейся подъ пашнею, для того, чтобы уравнять ее на разныя поля по старинной ли системѣ трех-польной, или по новой многопольной (*). При самомъ же назначеніи потребнаго количества земли подъ пашню, нужно оставлять, сверхъ предполагаемаго числа десятинъ, нѣкоторый излишекъ для межниковъ, дѣлаемыхъ между десятинами и для дорогъ между полями.

§ 225. Пахатная земля, находящаяся на мѣстности ровной и занимающая пространство обширное, разрѣзывается на десятины въ видѣ прямоугольниковъ, т. е. дѣлая двѣ смежныя стороны каждой длиною въ 30 и 80 (**) или въ 40 и 60, или наконецъ въ 48 и 50 саж. Каждыя 10 или 12, или даже нѣсколько большее число десятинъ называются *кварталами* (а въ простонародіи *кругами*), нѣсколько же кварталовъ именуются *звеньями*. Около всякаго квартала, состоящаго всегда изъ двухъ рядовъ десятинъ (какъ наприм. *acc'a'* чер. 176), оставляется межникъ, шириною около сажени, для свозки по немъ сжатаго хлѣба; по срединѣ кварталовъ,

(*) Сверхъ того вышесказанное опредѣленіе земли необходимо для предварительнаго соображенія, сколько именно десятинъ можно назначить подъ господскую пашню, и сколько подъ крестьянскую. Разумѣется это относится къ имѣніямъ, гдѣ крестьяне находятся не на оброкѣ, но на запашкѣ.

(**) Этотъ размѣръ служилъ причиною, почему указныя десятины называются *тридцатными*, въ отличіе отъ хозяйственныхъ или *сороковыхъ*, подъ коими разумѣютъ 40 саж. въ ширину и 80 саж. въ длину, и потому содержащія 3200 квад. саж.

для раздѣленія двухъ рядовъ десятинъ, межники дѣлаются шириною около аршина; а межники между самыми десятинами по полу-аршину.

Такимъ образомъ положимъ, что многоугольникъ ABCDE..... (чер. 176) представляетъ на планѣ поле, которое требуется разрѣзать на десятины; сперва проводимъ границы кварталовъ, т. е. два ряда параллельныхъ линій $aa'a''$, bb' и kac, $b'a'c'$, $a''c''$, въ такомъ разстояніи однѣ отъ другихъ, чтобы въ каждомъ начерченномъ прямоуг-кѣ помѣстилось по два ряда десятинъ. Остальныя части поля, заключающіяся между его границами и проведенными линіями, дѣлятся на десятины неправильной фигуры (иррегулярныя). По большей части землемѣры, избѣгая труда соединять помянутые остатки въ цѣлыя десятины, или въ пол-нивы, или даже въ осьминники, ограничиваются вычисленіемъ по плану, по скольку земли находится въ каждомъ изъ нихъ, и отмѣчая ихъ номерами, описываютъ, который именно изъ этихъ остатковъ долженъ быть присоединенъ къ другому, для составленія полной десятины, или сколько квад. саженей недостаетъ въ ней или находится лишнихъ. Когда это недостающее или превышающее количество земли значительно, то при посѣвѣ представляется довольно затруднительный разсчетъ нужнаго числа сѣмянъ на каждую часть такой составной десятины. Кромѣ того встрѣчаются многія неудобства для работающихъ при воздѣлываніи этихъ разбросанныхъ клочковъ, особенно же тогда, когда они находятся въ значительномъ удаленіи одни отъ другихъ. По симъ причинамъ лучше нарушать правильность нѣкоторыхъ десятинъ и, соединяя съ ними остающіеся излишки, составлять полныя десятины неправильной фигуры,

какъ наприм. M, M, M (чер. 176) (*). Для избѣжанія же неудобства пахать закоулки, которыя могли бы образоваться въ неправильныхъ десятинахъ, еслибы онѣ обгибали правильныя, то лучше и въ семъ случаѣ нарушать правильность фигуры сихъ послѣднихъ, какъ то представлено на чертежѣ, въ частяхъ означенныхъ буквами N, N.

Вообще при составленіи десятинъ, должно соображаться съ мѣстностію: наприм. если онѣ лежатъ на покатостяхъ, то полезно дѣлать ихъ продолговатыми поперегъ линій наибольшаго паденія ската (см. стр. 184) потому, что при обработываніи какъ лошадямъ, такъ и рабочимъ легче ходить вдоль покатости, нежели поперемѣнно подниматься вверхъ и спускаться внизъ (**).

§ 226. По означеніи на планѣ расположенія всѣхъ десятинъ, остается произвести нарѣзку оныхъ въ натурѣ. Это дѣйствіе не представитъ особенной трудности, если планъ снятъ съ надлежащею точностію. И въ самомъ дѣлѣ, если на планѣ линія BC (чер. 176) по масштабу выражаетъ точную длину ей соотвѣт-

(*) Если послѣ того окажутся небольшіе остатки пахатной земли (менѣе осьминника), то такія части лучше присоединять къ ближайшему лугу или лѣсу, или прибавлять отъ нихъ къ пашнѣ, коль скоро недостатки въ десятинѣ будутъ незначительны.

(**) Сверхъ того считаемъ полезнымъ присовокупить, что если грунтъ земли подвергается разрытію отъ стекающей воды во время таянія снѣга, или во время сильныхъ дождей, то при нарѣзкѣ десятинъ, находящихся на довольно крутыхъ покатостяхъ, должно соблюдать, чтобы межники пролегали не по направленію линій наибольшаго паденія, но вкось, для уменьшенія быстроты стока воды; въ противномъ случаѣ могутъ образоваться рытвины, а въ послѣдствіи и глубокіе овраги. На мѣстахъ же отлогихъ полезно межники прокладывать по направленію линій наибольшаго паденія, для того, чтобы вода стекая съ пашни не скоплялась въ лужахъ, и слѣд. не производила вымочку хлѣба.

ствующей на мѣстности, то для опредѣленія на сей послѣдней положенія точекъ d, c, d', d''..... достаточно измѣрить линію BC, и на мѣстахъ соотвѣтствующихъ точкамъ d, c, d'... воткнуть колышки. Если межники, при сихъ точкахъ, должны быть перпендикулярны къ линіи BC, то направленія ихъ опредѣлятся по способамъ изложеннымъ въ § 31 и 34; если же косвенны, то астролябіею, мензулою, или по способу, предложенному въ § 46. Впрочемъ въ случаѣ косвенности межниковъ, можно опредѣлить положеніе опыхъ чрезъ простое измѣреніе; такъ наприм. для опредѣленія линіи *kac* достаточно отъ точки A отмѣрить на прямой AB часть A*k*, а отъ точки B по линіи BC часть B*c*.

§ 227. Въ заключеніе присовокупимъ, что если при разрѣзкѣ земли на десятины будутъ соблюдать, въ слѣдствіе сказаннаго въ § 201, чтобы не поверхность самой десятины, но площадь ея горизонтальнаго проложенія равнялась 2400 квад. саж., то должно при отложеніи на мѣстности линій данной длины, сперва опредѣлить число градусовъ наклоненія измѣряемой линіи, руководствуясь сказаннымъ въ § 30, а потомъ изъ таблицы, предложенной на стр. 29 то число, которымъ отмѣриваемая линія должна быть увеличена; такъ наприм. если по направленію линіи *kac* (чер. 176) требуется отмѣрить часть *ac* длиною въ 80 саж. (т. е. длину бока десятины), и если по опредѣленіи угла наклоненія линіи *kac* онъ окажется равнымъ 15°, то изъ упомянутой таблицы видимъ, что для такого угла, каждая цѣпь должна быть увеличена величиною 0,34 саж., а потому для 80 саж. должно будетъ прибавить 2,7 саж., или 2 саж. и 5 фут. И такъ, останется на мѣстности отмѣрить линію длиною не въ 80, но

въ 82 саж. 5 фут. Впрочемъ, если отмѣриваемыя линіи пролегаютъ по покатостямъ, имѣющимъ не болѣе 5° наклоненія, то нѣтъ надобности вводить эту поправку, ибо тогда всякая линія, находящаяся на поверхности земли, можетъ быть разсматриваема равною длинѣ своего горизонтальнаго проложенія.

Но если пожелаютъ, чтобы площадь самой десятины, а не горизонтальнаго ея проложенія равнялась 2400 квад. саж., то надлежитъ отмѣривать на мѣстности линіи длиною равныя тѣмъ, какія окажутся на планѣ. Въ семъ случаѣ, для доставленія дѣйствію большей точности, полезно сперва провести на мѣстности границы кварталовъ, а потомъ опредѣлить площади, заключающіяся между сими линіями и границами поля, вводя въ вычисленіе не длину линій, измѣренныхъ циркулемъ на планѣ, но измѣренныхъ цѣпью на мѣстности. Узнавъ такимъ образомъ съ приближенною вѣрностію величину сихъ площадей, должно означить сперва на планѣ расположеніе десятинъ (руководствуясь вышеизложеннымъ), а потомъ уже опредѣлить на мѣстности положеніе линій, соотвѣтствующихъ проведеннымъ на планѣ.

D. О проложеніи въ лѣсу прямолинейныхъ просѣкъ.

§ 228. Изложенные нами въ § 18 способы вѣшенія прямой линіи между двумя данными на мѣстности пунктами неудобоисполнимы: *a*) когда разстояніе между сими точками слишкомъ значительно, и *b*) когда между ними имѣется лѣсъ. Въ обоихъ сихъ случаяхъ, необходимо предварительно произвести съёмку; потомъ

провести на планѣ линію, соотвѣтствующую требуемой, и по опредѣленіи посредствомъ транспортира величины угла, составляемаго ею съ другою, положеніе коей на мѣстности уже извѣстно, проложить сей уголъ на мѣстности посредствомъ мензулы, астролябіи или теодолита. Такъ наприм. если многоуг. ABCDE.... (чер. 164) представляетъ на планѣ границу лѣса, и требуется сдѣлать прямолинейную просѣку между точками C и G, то проведя на планѣ прямую GC, опредѣлятъ транспортиромъ величину угла DCG или GCB. Если съёмщикъ имѣетъ астролябію, то для означенія сей линіи въ натурѣ, достаточно будетъ поставить оную на пунктѣ, соотвѣтствующемъ точкѣ C, направить неподвижные діоптры по линіи DC или CB, а подвижнымъ давъ положеніе, соотвѣтствующее найденному числу градусовъ, сдѣлать просѣку по направленію оныхъ. Если же съёмщикъ имѣетъ не астролябію, но мензулу, то поступитъ какъ объяснено было въ § 123.

§ 229. Изложенный нами теперь способъ, не взирая на частое свое употребленіе въ практикѣ, имѣетъ удовлетворительную степень точности только тогда, когда прокладываемая линія не имѣетъ значительной длины. И въ самомъ дѣлѣ, точность дѣйствія зависитъ частію отъ вѣрнаго означенія на планѣ границъ лѣса, частію же и отъ измѣренія угла транспортиромъ; но какъ не возможно при черченіи граничнаго плана избѣгнуть ошибокъ (см. § 183), а особенно, когда изображаемая граница значительно велика, и какъ нельзя опредѣлить на бумагѣ посредствомъ транспортира величину угла съ строгою точностію, то въ натурѣ окажется въ направленіи линіи погрѣшность, тѣмъ болѣе значительная, чѣмъ линія длиннѣе. По сей причинѣ

предлагаемъ здѣсь слѣдующій способъ опредѣлять величину угла съ строжайшею точностію.

Предположимъ, что ломаная линія ABCDEF (чер. 188) представляетъ часть границы лѣса, и что длина линій AB, BC, CD..... равно какъ и величина угловъ B, C, D..... съ точностію извѣстны. Для опредѣленія угла A, образуемаго линіею AB съ прямою AF, опустимъ изъ F перпендикуляръ FF′ на продолженіе прямой AB: еслибы длина сего перпендикуляра FF′ и разстояніе подошвы онаго отъ точки A, т. е. длина линіи F′A, были извѣстны, то величина угла A опредѣлилась бы изъ прямоуг-го треуг-ка AFF′, по формулѣ:

$$\text{tang}A=\frac{FF'}{AF'}.$$

Длину же линій AF′ и FF′ можно опредѣлить также чрезъ тригонометрическія вычисленія слѣдующимъ образомъ: возставимъ изъ точки B перпендикуляръ BX къ AB, а чрезъ точки C, D и E проведемъ прямыя C*d*, D*e*, E*f*, къ нему параллельныя, и наконецъ изъ тѣхъ же точекъ опустимъ на сіи прямыя перпендикуляры C*c*, D*d*, E*e* и F*f*. Если изобразимъ сіи послѣднія чрезъ y, y', y''....., а длину линій B*c*, C*d* D*e*..... чрезъ x, x', x''....., то очевидно, что сумма, AB$+y+y'+y''+$...., изобразитъ длину прямой AF′ а сумма $x+x'+x''+$....., длину прямой FF′, (не забывая вводить въ сложеніе ту изъ линій отрицательною, которая на чертежѣ упадаетъ въ противную сторону, какъ наприм. D*e*). И такъ, рѣшеніе нашего вопроса обращается въ рѣшеніе прямоугольныхъ треуг-въ BC*c*, CD*d*, DE*e*..... Исполнить это не трудно, ибо въ сихъ треуг-хъ даны гипотенузы BC, CD, DE.....; а углы CB*c*, DC*d*, ED*e*..... могутъ быть найдены послѣдовательно чрезъ простое сложеніе и вы-

читаніе, подобно какъ было объяснено въ § 194; и въ самомъ дѣлѣ, уг. CBc=CBA—90°, уг. DCd=DCB—(180°—CBc), уг. EDe=EDC—DCd, и уг. FEf=FED—EDe. По опредѣленіи же сихъ угловъ, получимъ:

$$\text{изъ треуг-ка CB}c\ \begin{cases} y=\text{CB sin CB}c, \\ x=\text{CB cos CB}c, \end{cases}$$

$$\text{DC}d\ \begin{cases} y'=\text{DC sin DC}d, \\ x'=\text{DC sin DC}d, \text{ и. т. д. (*).} \end{cases}$$

(*) Сей способъ съ пользою можно употреблять въ томъ случаѣ, когда требуется проложить прямолинейную дорогу между двумя отдаленными пунктами. Въ семъ случаѣ, очевидно, надлежитъ данныя точки связать ломаною линіею, и по опредѣленіи какъ длины прямыхъ, изъ коихъ сія ломаная составлена, такъ равно и величины угловъ ими образуемыхъ, примѣнить вышесказанное.

Въ заключеніе присовокупимъ, что если по провѣшеніи линіи AF подъ найденнымъ чрезъ вычисленіе угломъ A, сія линія миновала данную точку F, то исправили бы направленіе оной, руководствуясь изложеннымъ на стр. 22.

ГЛАВА VII.

О лѣсной съёмкѣ (*).

А. О различномъ рода насажденіяхъ.

§ 230. При производствѣ лѣсной съёмки, поставляется главною цѣлію изобразить на планѣ всѣ предметы, которые необходимо имѣть въ виду при хозяйственномъ устройствѣ лѣса. По сей причинѣ необходимо, чтобы лѣсной съёмщикъ не былъ чуждъ свѣдѣній въ лѣсной наукѣ и въ особенности лѣсоустройства, тѣмъ болѣе, что въ лѣсу бываетъ много такихъ предметовъ, на которые онъ, по незнанію, легко можетъ не обратить надлежащаго вниманія.

Такимъ образомъ, отъ лѣснаго землемѣра требуется, чтобы онъ умѣлъ отдѣлить въ натурѣ точными граница-

---

(*) Большая часть сей главы извлечена авторомъ изъ статьи: *О приведеніи въ извѣстность и первоначальномъ устройствѣ лѣсовъ въ частныхъ имѣніяхъ, соч. Г. Теплоухова*, напечатанной въ III части Лѣснаго журнала, 1840 года, стр. 324, а также изъ свѣдѣній, доставленныхъ ему корпуса лѣсничихъ Г. Капитаномъ *Серебряниковымъ*.

ми и показать на планѣ всѣ разнородныя насажденія лѣса, ибо это необходимо для вычисленія матеріальнаго лѣснаго запаса; для сего онъ долженъ имѣть понятіе о почвѣ, имѣющей вліяніе на растительность, о породѣ деревъ и раздѣленіи насажденій по возрастамъ (классамъ лѣтъ), и наконецъ о томъ, какой лѣсъ называется благонадежнымъ, и какой не благонадежнымъ; въ противномъ случаѣ, ему легко можетъ показаться хорошимъ лѣсомъ только тотъ, который можно тотчасъ обратить въ продажу, а хорошіе молодые подросты, наприм. березы, или другой древесной породы—кустарникомъ, недостойнымъ вниманія.

§ 231. *Насажденіемъ* называется часть лѣса, отличающаяся отъ прочихъ, вблизи ея находящихся частей, свойствомъ почвы, породою, возрастомъ, качествомъ деревьевъ или кустовъ и густотою оныхъ.

Весьма затруднительно и даже невозможно подвести подъ общее правило, какую величину должна имѣть каждая часть лѣса, отдѣляемая для образованія особаго насажденія, и при какой величинѣ можно означать на планѣ, лежащія среди лѣсовъ пустоши, прогалины, луга и проч., ибо какъ то, такъ и другое зависитъ отъ большей или меньшей подробности съёмки, а также и отъ важности самыхъ насажденій (*).

§ 232. Разсмотримъ съ нѣкоторою подробностію правила раздѣленія лѣса на насажденія.

а) *Почва.* Болотистая почва отдѣляется отъ сухой, хотя бы лѣсъ находился, въ настоящее время, какъ на

(*) Въ дачѣ Лисинскаго учебнаго лѣсничества принято за правило означать на лѣсномъ планѣ, всякую прогалину и всякое отдѣльное насажденіе, величиною не менѣе 1 десятины.

той, такъ и на другой одного возраста или качества. Мѣста песчаныя, способныя, въ случаѣ обнаженія отъ лѣса, къ образованію летучихъ песковъ, показываются особо. На мѣстности гористой иногда встрѣчаются мѣста скалистыя, а почва покрыта бываетъ каменными обломками въ большомъ количествѣ; какъ такія мѣста отличаются особенною растительностію, то отдѣляются отъ частей лѣса, имѣющихъ глубокую и непокрытую камнями почву.

§ 233. b) *Порода лѣсовъ.* Въ отношеніи къ лѣсной породѣ, насажденія раздѣляются на *чистыя* и *смѣшанныя*. Чистымъ насажденіемъ называется состоящее изъ деревъ одной породы; смѣшаннымъ же тогда, когда оно состоитъ изъ различныхъ породъ, наприм. изъ сосны и березы, сосны, березы и ели, и т. д. Если насажденіе состоитъ изъ разныхъ породъ, изъ коихъ, нѣкоторыя, наприм. двѣ или три господствующія (*), находятся по количеству деревьевъ почти въ равныхъ пропорціяхъ, то такое смѣшанное насажденіе принимаетъ названіе по господствующимъ породамъ; прочія же породы, показываются на планѣ какъ прибавочныя. По сей причинѣ, такого рода смѣшанное насажденіе означается при производствѣ съёмки на черновомъ брульонѣ слѣдующимъ образомъ: *сос. бер. съ ел. и час. ос. и ив.*, т. е. сосна, береза съ елью и частію съ осиною и ивой; а какъ сосна и береза составляютъ главное насажденіе, но сосны немного болѣе, то она и поставляется напередъ; союзъ *съ* показываетъ, что ели гораз-

(*) *Господствующими* деревьями называются тѣ, кои при отвѣсномъ освѣщеніи, не покрываются тѣнію отъ другихъ деревьевъ, и слѣд. тѣ, которыя ростомъ выше прочихъ.

до менѣе чѣмъ сосны и березы; а слово частію означаетъ, что осина и ива разсѣяны по насажденію въ маломъ количествѣ, но что послѣдней менѣе чѣмъ осины.

Насажденіе, въ коемъ одной породы имѣется болѣе, чѣмъ всѣхъ другихъ, наприм. въ содержаніи $\frac{2}{3}:\frac{1}{3}$ или $1:\frac{1}{3}$, получаетъ названіе *главной* породы. Такимъ образомъ, если въ лѣсу находится $\frac{2}{3}$ лиственичныхъ и $\frac{1}{3}$ сосновыхъ и осиновыхъ деревьевъ, то на брульонѣ отмѣчается: *лис. съ сос. и ос.*; въ случаѣ же пропорціи $1:\frac{1}{3}$ пишется *лис. час. сос. и ос.*

Впрочемъ, смѣшенія разныхъ древесныхъ породъ въ природѣ столь разнообразно, что для этого не возможно постановить положительныхъ правилъ, тѣмъ болѣе, что при отдѣленіи насажденій по породамъ, должно обращать вниманіе также на ихъ качество и возрастъ. Такимъ образомъ, даже господствующая порода не можетъ служить для названія насажденія, коль скоро другія, въ меньшемъ количествѣ примѣшанныя породы, отличаются требуемымъ возрастомъ и качествомъ. По сей причинѣ, при различеніи насажденій, съёмщикъ преимущественно долженъ соображаться съ цѣлію, для которой производится лѣсная съёмка и съ правилами лѣсоводства (*).

(*) Въ этомъ можно убѣдиться изъ слѣдующаго примѣра: положимъ, что какая нибудь роща смѣшана изъ двухъ древесныхъ породъ, наприм. изъ сосны и березы, въ такой пропорціи, что въ одномъ мѣстѣ первенствуетъ сосна, а въ другомъ береза при одинаковой густотѣ, возрастѣ и качествѣ деревьевъ. И такъ, если въ семъ случаѣ, березовый лѣсъ долженъ быть, сообразно плану учредителя, отдѣленъ отъ хвойнаго по причинѣ предполагаемаго для него особеннаго оборота, и слѣд. особаго хозяйства, то съёмщикъ долженъ

§ 234. c) *Возрастъ лѣсовъ.* По правиламъ лѣсоводства, благоустроеннымъ лѣсомъ можетъ назваться только тотъ, въ которомъ находятся деревья всѣхъ возрастовъ, начиная съ самыхъ молодыхъ до старыхъ, ибо при этомъ только условіи лѣсъ можетъ давать вѣрный и постоянный доходъ на будущее время; въ противномъ же случаѣ получается въ одно время много матеріальнаго дохода, а въ послѣдствіи оказывается недостатокъ, и потому всякій благомыслящій владѣлецъ долженъ сберегать молодые лѣса, считая ихъ денежнымъ капиталомъ, который можетъ въ послѣдствіи принести богатые проценты.

Изъ этого явствуетъ необходимость, при производствѣ съёмки, означать всѣ молодые лѣса съ показаніемъ, сколько находится десятинъ каждаго возраста, для доставленія возможности опредѣлять по плану, сколько именно можно получать дохода со всей лѣсной дачи не только въ настоящее, но и на будущее время.

Для удобнѣйшаго означенія молодыхъ и старыхъ насажденій на планѣ, раздѣляютъ ихъ по возрасту на классы. Въ большей части Германіи, для лѣсовъ высокоствольныхъ полагается между каждымъ классомъ 20 лѣтъ разстоянія, а для низкоствольныхъ отъ 5 до 10

провести между обѣими частями рощи искусственную границу, которая раздѣляла бы оную по возможности на равныя части и при томъ проходила бы, сколь можно вѣрнѣе, по той полосѣ, гдѣ обѣ породы находятся въ равномъ смѣшеніи. Но если учредитель не намѣренъ назначить для березовыхъ рощъ всего лѣса особеннаго хозяйства, наприм. по небольшему числу оныхъ, и смотритъ на березу, какъ на второстепенное дерево, которое можетъ быть вырубаемо только для вспомогательныхъ промежуточныхъ надобностей въ неопредѣленное время, то не должно, подобно какъ въ 1-мъ случаѣ, раздѣлять всю рощу на два насажденія.

лѣтъ, и потому въ Саксоніи всѣ вообще хвойные лѣса раздѣляются на пять классовъ, т. е. къ 1-му классу причисляются насажденія свыше 80 лѣтъ; ко 2-му отъ 61 до 80 лѣтъ; къ 3-му отъ 40 до 60 лѣтъ; къ 4-му отъ 21 до 40, а къ 5-му отъ 1 до 20 лѣтъ. Въ Баваріи же принято нынѣ раздѣленіе лѣсовъ на 4 класса, на спѣлые, поспѣвающіе, средніе и молодые.

Но у насъ въ Россіи, во многихъ лѣсахъ уже были сдѣланы порубки на выборъ и въ слѣдствіи того, большая часть лѣсовъ состоитъ изъ деревьевъ всевозможныхъ лѣтъ—было бы весьма затруднительно принять столь кратковременные классы, какъ въ Германіи, гдѣ бо̀льшая часть насажденій выращены искусственно и представляютъ болѣе правильности; сверхъ того, такое мелочное раздробленіе насажденій у насъ рѣдко можетъ быть нужно.

По сей причинѣ, для большей части Россіи, удобнѣйшимъ признается принимать для хвойныхъ лѣсовъ 100-лѣтній оборотъ рубки, тѣмъ болѣе, что по сдѣланнымъ наблюденіямъ въ С.-Петербургской губерніи, сосна и ель, произрастая на хорошей почвѣ, достигаютъ, въ теченіе отъ 80 до 100 лѣтъ, совершенной годности для обыкновенныхъ сельскихъ строеній, и слѣд. оставлять такіе лѣса на корнѣ болѣе продолжительное время, было бы въ хозяйственномъ отношеніи не выгодно. Такимъ образомъ, по мнѣнію автора упомянутой статьи (*), полезно раздѣлять насажденія всѣхъ лѣтъ на четыре возраста, полагая между каждымъ 25 лѣтъ разности, и причисляя:

(*) Г. Теплоухова.

къ 1-му возрасту насажденія отъ 1 до 25 лѣтъ,
— 2-му — — — — — — 26 — 50 —
— 3-му — — — — — — 51 — 75 —
— 4-му — — — — — — 76 — 100 —.

Для кустарнаго березоваго, ольховаго и осиноваго лѣса, тотъ же авторъ полагаетъ полезнымъ ввести отъ 30 до 45-лѣтній оборотъ, раздѣляя оный на три возраста, каждый въ 15 лѣтъ, а именно:

къ 1-му возрасту насажденія отъ 1 до 15 лѣтъ,
— 2-му — — — — — — 16 — 30 —
— 3-му — — — — — — 31 — 45 —.

Чтобы упростить еще болѣе раздѣленіе лѣсовъ, можно, для высокоствольныхъ хвойныхъ лѣсовъ, положить только три возраста, каждый въ 30 лѣтъ, считая въ 1-мъ отъ 1 до 30, во 2-мъ отъ 31 до 60, а во 3-мъ отъ 61 до 90 лѣтъ и болѣе. Въ случаѣ же надобности возрастить хвойные деревья до степени годности для кораблестроенія или для заводскихъ построекъ, можно допустить, если тому способствуетъ почва, и 120 лѣтній оборотъ съ прибавкою еще одного возраста отъ 90 до 120 лѣтъ.

Кустарные лѣса могутъ быть: липовые, ивовые, ольховые, орѣховые и проч. и вѣкъ ихъ долженъ быть опредѣленъ временемъ, которое потребно для того, чтобы они достигли годности для извѣстной какой либо цѣли (*).

§ 235. Вообще при распредѣленіи лѣса на насажденія и при раздѣленіи сихъ послѣднихъ по возрастамъ,

---

(*) Такъ наприм. въ южной Германіи, около Рейна, полагается для низкоствольнаго дуба 15-лѣт. оборотъ, потому что дерево сіе даетъ между 13 и 16 годами лучшую кору для дубленія кожъ. На подробныхъ картахъ отличаются насажденія сіи по тремъ классамъ, каждый въ 5 лѣтъ. Подобное же распредѣленіе классовъ можно принять и для прочихъ породъ въ низкоствольномъ хозяйствѣ.

съёмщикъ можетъ руководствоваться слѣдующими правилами:

Раздѣленіе насажденій по возрастамъ должно слѣдовать за раздѣленіемъ оныхъ по породамъ: каждый возрастъ долженъ означаться на лѣсныхъ планахъ особенною тѣнію красокъ (см. стр. 3), и потому всякое насажденіе, какъ чистое, такъ и смѣшанное, должно быть непремѣнно причислено къ какому либо возрасту, хотя бы оно содержало деревья отъ 1 до 100 лѣтъ. Въ семъ случаѣ, при чистыхъ или принятыхъ за таковыя насажденіяхъ, возрастъ господствующихъ деревьевъ въ какомъ либо насажденіи принимается и за возрастъ онаго.

Если въ лѣсу деревья расположены такимъ образомъ, что на одной его половинѣ стоятъ преимущественно деревья старыя, а на другой молодыя, но при томъ рѣзкой границы, на которой начинается это различіе, не видно, то съёмщикъ долженъ провести произвольную между ними границу, принявъ въ соображеніе всѣ правила, приведенныя выше на счетъ раздѣленія насажденій.

§ 236. d) *Качество деревьевъ.* Различіе въ добротѣ рощъ въ одномъ и томъ же лѣсу, зависитъ сколько отъ состоянія почвы, столько и отъ болѣе или менѣе вреднаго вліянія постороннихъ обстоятельствъ, какъ наприм. пожаровъ, безпорядочной вырубки, поврежденія отъ насѣкомыхъ, вѣтровъ, снѣговъ и т. п.

По сей причинѣ, лѣсъ одной породы или равнаго смѣшенія разныхъ породъ, одинаковаго возраста и при равно хорошей почвѣ, можетъ быть раздѣленъ на нѣсколько насажденій, сообразно различію качества всѣхъ частей его.

Такимъ образомъ, отъ густаго и рослаго насажденія отдѣляются такія, которыя остановились въ ростѣ,

слишкомъ рѣдки, или потерпѣли отъ пожаровъ, вѣтровъ и другихъ естественныхъ вліяній; въ описаніи же лѣса объясняются вкратцѣ причины худаго ихъ состоянія.

Для выраженія качества или доброты насажденій достаточно принять три класса, а именно: *хорошій*, *посредственный* и *худой*. Что же касается до опредѣленія постепенности въ добротѣ насажденій, т. е. какія насажденія можно назвать хорошими, и какія худыми, считаемъ за излишнее входить объ этомъ въ подробности, ибо если съёмщикъ внимательно разсмотритъ въ лѣсу самыя лучшія и самыя худшія насажденія, то легко найдетъ, какія именно должно причислить къ посредственнымъ. Нѣтъ надобности повторять, что для причисленія насажденія въ высшій классъ должно принимать во вниманіе отнюдь не возрастъ онаго, но надлежащую густоту, правильность, крѣпость ствола и соотвѣтственный лѣтамъ ростъ деревьевъ; посему и младшаго возраста насажденія могутъ быть иногда поставлены въ первый классъ, а старшія въ послѣдній. На брульонѣ и въ вѣдомостяхъ обозначаются сіи классы цифрами: 1, 2, 3, при чемъ 1 принимается для означенія лучшаго качества насажденій, 2 для посредственнаго, а 3 для худаго качества.

В. О назначеніи границъ лѣсамъ, и о раздѣленіи лѣсовъ на дѣлянки или кварталы.

§ 237. Подъ словомъ *лѣсъ*, разумѣютъ пространство земли, заключенное въ опредѣленныхъ границахъ и назначенное для разведенія древесныхъ лѣсныхъ растеній, или по крайней мѣрѣ большею частію покрытое деревьями и кустарниками въ сплошныхъ насажденіяхъ. По этому, если въ какомъ нибудь имѣніи или дачѣ, боль-

шая часть пространства покрыта лѣсомъ, а поля, луга, безплодныя пустоши и болота занимаютъ меньшую часть и при томъ разсѣяны по всему лѣсному пространству не сплошными массами, то вся дача принимается составляющею одинъ лѣсъ. Наружныя границы такой дачи будутъ въ семъ случаѣ и границами лѣса, а закономъ постановленные просѣки, ямы, каменные и деревянные столбы—граничными знаками. Если же въ дачѣ лѣсныя пространства раздѣлены большими пустошами, болотами или воздѣланными полями, то въ семъ случаѣ, каждое изъ отдѣльныхъ лѣсныхъ пространствъ будетъ составлять особенный лѣсъ, съ особенными постоянными границами и должно быть представлено на отдѣльномъ лѣсномъ планѣ.

Мы говоримъ здѣсь о съёмкѣ только такихъ лѣсовъ, пользованіе коими должно быть упрочено въ продолженіи долгаго времени, и послѣ вырубки коихъ, обнаженныя пространства не могутъ быть назначаемы ни для какого инаго употребленія, какъ только для разведенія лѣса.

§ 238. Въ слѣдствіе сего, прежде нежели приступятъ къ съёмкѣ лѣса, должно привести въ извѣстность: достаточно ли въ имѣніи угодій для господскаго и крестьянскаго хозяйства, т. е. полей, огородовъ, луговъ и пастбищъ, какъ въ настоящее, такъ и на будущее время; если же, по соображенію владѣльца, угодій сихъ недостаточно, то должно отрѣзать для оныхъ отъ лѣсной, еще не отдѣленной поверхности, такое пространство, какое нужно, а остальное за тѣмъ оставить подъ лѣсъ. При семъ полезно соблюдать, чтобы для означенія лѣсныхъ границъ были избираемы по возможности живыя урочища, какъ то: рѣчки, долины, горные хребты,

главныя проѣзжія дороги и т. п.; въ случаѣ же недостатка таковыхъ границъ дѣлать *искусственныя*, прямыми линіями, избѣгая сколь возможно излишнихъ изгибовъ, для легчайшаго обозрѣнія и охраненія лѣса.

За симъ, разсѣянные по лѣсу луга, пастбища, новины и проч. должно по возможности оставлять для произращенія деревъ и замѣнять ихъ другими пространствами, внѣ или на краю лѣса лежащими, либо, по крайней мѣрѣ, соединять ихъ вмѣстѣ внутри лѣса около рѣчекъ, ручьевъ и въ другихъ удобныхъ мѣстахъ. Въ послѣднемъ случаѣ, надобно давать безлѣснымъ угодьямъ правильныя границы и показывать ихъ съ точностію на лѣсныхъ планахъ.

Съ другой стороны, отдѣльныя небольшія рощи, растущія среди обширныхъ луговъ и полей, а также части большихъ лѣсовъ, слишкомъ вдающіяся въ пространства, занимаемыя сельскими угодьями, должно исключать изъ лѣсной площади.

Сообразно вышеизъясненному значенію слова *лѣсъ*, въ границы онаго должно также включать, не только пространства, покрытыя молодыми подростами, или древеснымъ всходомъ, но и пустыя мѣста, на которыхъ владѣлецъ намѣренъ разводить лѣсъ. Включеніе въ лѣсную площадь болотъ, удобныхъ къ осушенію, выгорѣвшихъ и травами заглушенныхъ мѣстъ, зависитъ также отъ воли владѣльца, т. е. отъ того, желаетъ ли онъ и имѣетъ ли средства обработывать и засѣвать такія пустоши лѣсомъ. При отдѣленіи лѣса отъ прочихъ сельскихъ угодій, могутъ служить граничными знаками: ямы, столбы, насыпные курганы и т. п.

§ 239. Опредѣливъ такимъ образомъ постоянныя границы лѣса, можно уже приступить къ производству

съёмки подробностей, внутри онаго находящихся. Для достиженія сей цѣли, во многихъ случаяхъ, особенно въ обширныхъ лѣсныхъ дачахъ, потребно проведеніе просѣкъ, и вмѣстѣ съ тѣмъ раздѣленіе лѣсовъ на дѣлянки для лѣсохозяйственной цѣли.

По важности этого предмета, не лишнимъ считаемъ изложить здѣсь съ нѣкоторою подробностію теорію такого раздѣленія лѣсовъ.

§ 240. Въ Саксоніи, гдѣ способъ оцѣнки и устройства лѣсовъ почитается образцовымъ, раздѣленіе оныхъ на дѣлянки производится слѣдующимъ образомъ:

По направленію главныхъ, господствующихъ въ этой странѣ вѣтровъ, которые дуютъ преимущественно отъ юго-запада къ сѣверо-востоку, проводятся чрезъ весь лѣсъ параллельныя просѣки въ 6 саж. шириною, и въ разстояніи 250 саж. одна отъ другой. Онѣ служатъ главною основою для раздѣленія лѣса на хозяйственныя части, для защиты онаго отъ вѣтроваловъ, пожаровъ и проч. и нерѣдко даже для дорогъ, почему и называются *хозяйственными просѣками* или *полосами*. Впрочемъ, какъ главное назначеніе сихъ просѣкъ состоитъ въ защитѣ лѣса отъ вѣтровъ, то ихъ дѣлаютъ помянутой ширины преимущественно только въ молодыхъ лѣсахъ; въ старыхъ же имъ даютъ ширину меньшую.

Продолговатыя части лѣса, образовавшіяся между проведенными хозяйственными просѣками, раздѣляются поперечными, параллельными между собою просѣками (*), въ 2 саж. шириною, и въ разстояніи 160 саж. одна отъ другой.

(*) Симъ поперечнымъ просѣкамъ даютъ по большей части направленіе перпендикулярное къ хозяйственнымъ просѣкамъ, иногда же косвенное.

Такимъ образомъ весь лѣсъ раздѣляется на продолговатые четыреугольники въ $16\frac{1}{2}$ указныхъ десятинъ, называемые *періодными отдѣленіями*, по той причинѣ, что каждое изъ нихъ назначается все, или частію къ вырубкѣ по истеченіи извѣстнаго времени, т. е. двадцатилѣтія.

При семъ надобно замѣтить, что показанная здѣсь величина періодныхъ отдѣленій не почитается за непремѣнную, но соображается съ величиною годовыхъ лѣсосѣкъ, которыхъ на каждое изъ такихъ отдѣленій приходится по 20.

§ 241. Годовыя лѣсосѣки дѣлаются въ Саксоніи меньшей величины въ слѣдующихъ случаяхъ:

a) Когда климатъ, почва, мѣстоположеніе и тому подобныя обстоятельства, неблагопріятны для искусственнаго или естественнаго разведенія новаго лѣса на лѣсосѣкахъ; такъ наприм. въ суровомъ, горномъ климатѣ, неблагоразумно было бы дѣлать слишкомъ большія сплошныя порубки, потому что старыя насажденія не доставляли бы въ такомъ случаѣ сосѣдственнымъ посѣвамъ или насадкамъ такой защиты отъ суровыхъ вѣтровъ и позднихъ весеннихъ морозовъ, какую они доставляютъ при малыхъ, и въ особенности узкихъ лѣсосѣкахъ; равнымъ образомъ въ огромныхъ лѣсосѣкахъ, оставленныя деревья для обсѣмененія, скорѣе опрокидываются вѣтромъ нежели въ малыхъ.

b) Когда хозяйственныя обстоятельства требуютъ, чтобы количество лѣса, которое слѣдуетъ получать съ дачи, вырубаемо было не въ одномъ, но во многихъ мѣстахъ опой; въ этомъ случаѣ лѣсосѣки должны быть тѣмъ менѣе, чѣмъ ихъ болѣе.

Въ обстоятельствахъ противныхъ вышеизложеннымъ, годовыя лѣсосѣки и слѣд. періодныя отдѣленія могутъ быть болѣе, а также направленіе хозяйственныхъ просѣкъ отъ юго-запада на сѣверо-востокъ, можетъ быть измѣняемо. Побудительными причинами къ этому могутъ быть: *a*) фигура лѣса или цѣлой дачи; *b*) направленіе главныхъ дорогъ, проходящихъ чрезъ лѣсъ, которыя заступаютъ мѣсто хозяйственныхъ просѣкъ, или направленіе рѣкъ, если таковыя можно принять за основаніе всего раздѣленія; *c*) въ горахъ, при опредѣленіи направленія хозяйственныхъ просѣкъ, берутся во вниманіе болѣе господствующіе и опасные вѣтры, которые, смотря по протяженію горныхъ кряжей, имѣютъ не рѣдко направленіе противное господствующимъ вѣтрамъ въ той же странѣ, на мѣстахъ ровныхъ; *d*) не рѣдко также и большое различіе почвы имѣетъ вліяніе на направленіе хозяйственныхъ просѣкъ.

§ 242. Сія саксонская система раздѣленія лѣсовъ на періодныя отдѣленія (именуемыя въ Пруссіи *ямами*, а въ Россіи *дѣлянками* и *кварталами*), принята у насъ въ Россіи нашими учеными лѣсничими, но токмо съ значительными измѣненіями, а именно:

1) Дачи менѣе 200 десятинъ не раздѣляютъ на кварталы, если наибольшая длина ихъ не превышаетъ 750 саж.; если же онѣ длиннѣе, то раздѣляютъ одною просѣкою, которая по возможности дѣлила бы дачу пополамъ.

2) Дачи отъ 200 до 500 десятинъ раздѣляютъ двумя просѣками, взаимно перпендикулярными, въ томъ случаѣ, когда ширина дачи не менѣе половины ея длины; имѣющія же длину большую, и фигуру неправильно искривленную, раздѣляютъ на нѣсколько неровныхъ

частей, число коихъ опредѣляется тѣмъ, чтобы площадь каждой изъ нихъ была не менѣе 50 десятинъ.

3) Дачи величиною отъ 500 до 2000 десятинъ, не должно раздѣлять на неправильныя фигуры, но избрать для каждой таковой дачи одну систему раздѣленія, а именно: если дача не шире одной версты, то она дѣлится поперечными и между собою параллельными просѣками, отстоящими одна отъ другой не болѣе 1 версты. Дачи, имѣющія округленную фигуру, можно раздѣлять на кварталы въ видѣ квадратовъ, величиною въ 1 квад. версту, или ромбовъ, имѣющихъ стороны длиною въ 1 версту, а острые углы не менѣе 60°, или наконецъ въ видѣ прямоугольниковъ и параллелограммовъ, длиною отъ 600 до 400, а шириною отъ 400 до 300 саж. (*).

4) Для дачъ отъ 2000 до 5000 десятинъ, при раздѣленіи оныхъ на кварталы, можно допускать двѣ или три различныя системы, въ слѣдующихъ случаяхъ: *a*) если фигура дачи неправильна, имѣя перехваты или значительные входящіе и исходящіе углы; *b*) если пути сбыта лѣсныхъ матеріаловъ направляются въ различныя стороны, и наконецъ *c*) если въ дачѣ существуютъ полосы насажденій, различествующія отъ прочихъ, наприм. низкоствольныя посреди высокоствольныхъ и т. п.

5) Если дача болѣе 5000 десятинъ, то она можетъ быть раздѣлена на части, которыя снимаются и раздѣляются на кварталы независимо одна отъ другой.

6) Линіи, раздѣляющія лѣсъ на кварталы, принято

(*) Вообще принимается за правило, чтобы величина внутреннихъ кварталовъ была не болѣе 120, а внѣшнихъ или крайнихъ не менѣе 20 десятинъ; за среднюю же величину внутреннихъ принята квадр. верста.

проводить съ сѣвера на югъ и съ востока на западъ. Изъ сего правила дѣлаются исключенія въ слѣдующихъ случаяхъ:

а) Если дача лежитъ при рѣкѣ, то одному ряду просѣкъ даютъ положеніе перпендикулярное къ главному направленію рѣки; положеніе же другаго ряда оныхъ зависитъ отъ фигуры, которую должно дать кварталамъ.

b) Если дача пересѣкается большою дорогою, то кварталы располагаютъ такимъ образомъ, чтобы діагонали оныхъ были параллельны дорогѣ. Иногда же дорогу принимаютъ за одну изъ просѣкъ, и продольныя проводятъ къ ней параллельно, а поперечныя такъ, чтобы фигура кварталовъ соотвѣтствовала вышеизложеннымъ условіямъ.

с) На покатостяхъ, имѣющихъ крутизну отъ 10° до 25°, просѣки ни въ какомъ случаѣ не проводятся по направленію линій наибольшаго паденія (см. стр. 184), но вкось, такъ, чтобы сіи линіи совпадали съ діагоналями кварталовъ, для уменьшенія быстроты стекающей воды, которая въ противномъ случаѣ можетъ произвести рытвины, а въ послѣдствіи времени и глубокіе овраги.

7) Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ буреломы и вѣтровалы угрожаютъ опасностію, какъ наприм. на горахъ, покрытыхъ не глубокимъ слоемъ лѣсной почвы; въ лѣсахъ еловыхъ и пихтовыхъ, на твердой каменистой или глинистой подпочвѣ, на сыпучихъ пескахъ и проч., при раздѣленіи лѣса на кварталы обращается особое вниманіе, чтобы главное направленіе вѣтра было не по направленію просѣкъ, но по направленію діагоналей кварталовъ (*). Если встрѣтится надобность кварталамъ да-

(*) Среднее направленіе опаснѣйшаго вѣтра опредѣляется по

вать видъ ромбовъ или параллелограммовъ, то необходимо чтобы они были обращены къ вѣтру тупыми, а не острыми углами.

8) Если хребетъ горы, на которой растетъ лѣсъ раздѣленный на кварталы, идетъ дугою или образуетъ уголъ и линіи наибольшаго паденія покатостей расходятся или сходятся, тогда кварталы могутъ быть сдѣланы различной величины и фигуры, лишь бы направленіе квартальныхъ линій не нарушало только данныхъ условій относительно вѣтровъ.

9) Противуположные скаты одной и той же горы могутъ быть раздѣлены на кварталы независимо одинъ отъ другаго, при чемъ соблюдаютъ, чтобы перекрестки квартальныхъ линій не пришлись на хребтѣ горы или на вершинахъ высокихъ бугровъ.

§ 243. Какъ у насъ въ Россіи лѣса истребляются не столько отъ вѣтровъ и насѣкомыхъ, сколько отъ пожаровъ (ибо въ нашихъ огромныхъ, нечищенныхъ лѣсахъ, при маломъ народонаселеніи, тушеніе пожаровъ бываетъ чрезвычайно затруднительно), то для отвращенія сей пагубы полезно дѣлать продольные (хозяйственные) просѣки, шириною по крайней мѣрѣ саженей въ 10, дабы въ случаѣ пожара въ какой либо части лѣса, другая часть, лежащая по другую сторону просѣки не подвергалась истребленію отъ огня. Сіи просѣки могутъ быть употреблены для дорогъ, покосовъ, выгоновъ и т. п. Въ случаѣ же болотистой мхомъ покрытой почвы, которая въ жаркіе годы болѣе всего распространяетъ огонь, должно

образованію верхушекъ и корней деревьевъ, растущихъ по опушкѣ лѣса, или стоящихъ на обнаженныхъ и открытыхъ мѣстахъ, по указаніямъ мѣстныхъ старожиловъ, по направленію волнъ на пескахъ и т. п.

дѣлать по обѣимъ сторонамъ такихъ просѣкъ глубокія, до материка доходящія канавы, которыя могутъ вмѣстѣ съ тѣмъ способствовать осушенію лѣсной дачи и увеличенію растительности почвы.

Кромѣ хозяйственныхъ просѣкъ, полезно прорубать такой же ширины и нѣкоторыя изъ поперечныхъ просѣкъ. Всего же лучше, если съ сею цѣлію будетъ и отдѣленіе каждой *хозяйственной части*, т. е. такой партіи кварталовъ, въ которой существуетъ отдѣльный оборотъ. Такъ наприм. при 100 лѣтнемъ оборотѣ и 25 лѣтнихъ кварталахъ, будетъ заключаться между двумя широкими поперечными просѣками 4 квартала (*).

С. О производствѣ лѣсной съёмки.

§ 244. Лѣсная съёмка, подобно какъ и всякая хозяйственная, производится мензулою, астролябіею и даже буссолью. Масштабъ для оной принимается, какъ и для хозяйственной, 100 саж. въ дюймѣ, а для самой подробной 50 саж.

§ 245. Мензула приноситъ значительную пользу для производства подробной лѣсной съёмки въ слѣдующихъ случаяхъ: *a*) когда лѣсная дача столь мала, что планъ ея можетъ помѣститься на одномъ мензульномъ листѣ; *b*) когда снимаемая дача не состоитъ изъ сплошнаго лѣса, но пересѣкается полями, лугами, рѣками, имѣющими берега свои не покрытые лѣсомъ, широкими дорогами и вообще какими либо продольными прогалинами,

(*) Само собою разумѣется, что такія охранительныя просѣки должны быть очищаемы отъ валежника и хвороста, ибо, въ противномъ случаѣ, онѣ только скорѣе будутъ проводить огонь.

раздѣляющими ее на нѣсколько отдѣльныхъ частей, изъ коихъ каждая можетъ быть представлена на особомъ мензульномъ листѣ; наконецъ *c*) когда лѣсная дача раздѣлена уже просѣками на кварталы или дѣлянки, и требуется означить на планѣ всѣ различныя насажденія и прочія подробности въ ней находящіяся.

Во всѣхъ сихъ случаяхъ производство лѣсной съёмки начинаютъ выборомъ на мѣстности такихъ линій, которыя могли бы служить границами для каждаго мензульнаго листа; послѣ того, означивъ ихъ на планѣ посредствомъ пріемовъ, предложенныхъ въ § 152, снимаютъ ручьи, дороги и контуры насажденій, опредѣляя всѣ сіи предметы по способу § 140. Въ мѣстахъ открытыхъ опредѣляютъ точки засѣчками, и, въ отношеніи положенія оныхъ, вносятъ контуры и прочія подробности какъ объяснено было въ §§ 137, 143 и 148. Словомъ, ходъ производства лѣсной съёмки въ семъ случаѣ ничемъ не разнствуетъ отъ хода обыкновенной мензульной съёмки, какъ было нами изложено въ главѣ IV.

§ 246. Когда же требуется произвести подробную съёмку обширной лѣсной дачи, состоящей изъ сплошныхъ насажденій, съ цѣлію ввести правильное лѣсохозяйство, тогда астролябія бываетъ удобнѣе мензулы, по крайней мѣрѣ въ начальномъ дѣйствіи. Съёмку въ семъ случаѣ начинаютъ обходомъ границъ дачи, для составленія граничнаго плана оной, поступая при семъ дѣйствіи руководствуясь правилами изложенными въ гл. V, стр. 209. Послѣ того проходятъ инструментально вдоль главнѣйшихъ рѣкъ, рѣчекъ, ручьевъ и проѣзжихъ дорогъ (*). Сверхъ того, для доставленія возможности

(*) Здѣсь разумѣемъ только тѣ рѣки, ручьи и дороги, положеніе

сдѣлать общія соображенія касательно главнаго квартальнаго раздѣленія, полезно при производствѣ граничной съёмки произвести рекогносцировку (обозрѣніе) всей лѣсной дачи, и на граничномъ планѣ означить на глазъ положеніе главнѣйшихъ предметовъ мѣстности, какъ-то: направленіе хребтовъ горъ, долинъ, выгорѣлыхъ лѣсовъ, болотъ и т. п.

§ 247. По составленіи такого граничнаго плана лѣсной дачи, означаютъ сперва на немъ постоянныя границы, которыя долженъ имѣть лѣсъ на будущее время, на основаніи сказаннаго нами на стр. 286, а потомъ, расположеніе кварталовъ, руководствуясь правилами, описанными нами въ § 242. Послѣ того всѣ линіи, начерченныя на планѣ, пролагаютъ въ натурѣ какъ объяснено было на стр. 273.

§ 248. Чтобы наружныя границы лѣсной дачи и просѣки не истреблялись отъ времени, вкапываютъ въ землю не высокіе деревянные и даже каменные столбики на каждомъ пунктѣ, гдѣ перемѣняется направленіе граничной линіи, и также по просѣкамъ. Столбики сіи перемѣчаются номерами, счетъ коимъ ведется по порядку кругомъ всего лѣса, а соотвѣтствующіе имъ на планѣ означаются тѣми же цифрами. Просѣкамъ даютъ особую нумерацію, и также ее показываютъ на просѣчныхъ столбикахъ.

§ 249. По раздѣленіи лѣсной дачи на кварталы или

коихъ можетъ имѣть вліяніе на направленіе квартальныхъ просѣкъ (см. стр. 292). Къ сему считаемъ полезнымъ присовокупить, что проходя линіями вдоль рѣкъ, ручьевъ и главныхъ дорогъ, пересѣкающихъ дачу, получатъ возможность при черченіи границъ оной, примѣнить изложенное на стр. 220, для отвращенія накопленія ошибокъ чертежа.

дѣлянки, приступаютъ къ инструментальной съёмкѣ всѣхъ внутреннихъ подробностей.

При съёмкѣ рѣчекъ и ручьевъ слѣдуетъ обращать вниманіе на направленіе теченія ихъ, и обозначать мѣста, гдѣ оные врѣзываются въберега и гдѣ разширяются въ видѣ болотистыхъ ручьевъ; если же они текутъ по долинамъ, то обозначать какъ высоко поднимается весенняя вода. Сверхъ того полезно означать, въ какихъ мѣстахъ рѣчки заросли кустарникомъ, или завалены валежникомъ и требуютъ разчистокъ. Все сіе записывается подробно въ описаніи лѣса и означается на планѣ.

При съёмкѣ насажденій раздѣляютъ оныя, на основаніи изложеннаго въ § 232, посредствомъ просѣкъ такой ширины, чтобы можно было вдоль оныхъ визировать инструментомъ и измѣрять цѣпью линіи. На каждомъ пунктѣ, гдѣ стоялъ инструментъ, вбивается колышекъ, а на близъ стоящемъ деревѣ дѣлается затеска топоромъ, на которой записывается карандашемъ номеръ точки стоянія, означаемый также въ журналѣ.

§ 250. Самое означеніе всѣхъ внутреннихъ подробностей въ лѣсу находящихся, производится преимущественно мензулою, какъ уже нами было упомянуто въ § 240; за неимѣніемъ же оной астролябіею и даже буссолью. Хотя послѣднюю нельзя сравнивать ни съ мензулою, ни съ астролябіею, по причинѣ неточности доставляемыхъ ею результатовъ, однакоже тѣмъ не менѣе она заслуживаетъ вниманія по скорости производства оною съёмки, также и потому, что неточность эта не можетъ имѣть вліянія, въ разсматриваемомъ нами случаѣ, на вѣрность всей съёмки.

И въ самомъ дѣлѣ, если фигура ABCD (чер. 193) представляетъ одинъ изъ кварталовъ, а кривыя *abc* и *bf*

контуры какихъ либо насажденій, то для изображенія на планѣ сихъ кривыхъ, опредѣлятъ сперва положеніе точки *a* измѣреніемъ разстоянія оной отъ ближайшаго столбика, находящагося на линіи AB; послѣ того пройдя линіями вдоль контуры *abc* и *bf*, какъ было объяснено въ § 77, прежде чѣмъ станутъ производить съёмку далѣе, измѣрятъ разстояніе точекъ *c* и *f* отъ ближайшихъ столбиковъ, находящихся на просѣкахъ BC и AD. Когда точки *a*, *b* и *c*, будутъ означены на планѣ отложеніемъ соотвѣтствующихъ измѣреннымъ въ лѣсу разстояніямъ, то при нанесеніи контуръ *abc* и *bf*, получатъ возможность удостовѣриться (подобно какъ было нами объяснено на стр. 233), въ вѣрности исполненнаго дѣйствія изъ того, будутъ ли начерченныя на планѣ линіи проходить чрезъ точки *c* и *f*; въ случаѣ же невыполненія этого условія, исправятъ положеніе сихъ кривыхъ, поступая какъ при исправленіи не сомкнувшейся фигуры (см. § 185). Такимъ образомъ погрѣшности, сдѣланныя при съёмкѣ подробностей въ четыреугольникѣ ABCD, не будутъ имѣть вліянія при производствѣ съёмки далѣе.

§ 251. Если подробную лѣсную съёмку производятъ астролябіею или буссолью, то всѣ контуры, по окончаніи дневной работы, наносятъ на граничный планъ; если же мензулою, то по окончаніи съёмки каждаго мензульнаго листа, перерисовываютъ съ онаго на граничный планъ всѣ снятыя подробности, и такимъ образомъ въ томъ и другомъ случаѣ получаютъ на одномъ листѣ бумаги подробный планъ лѣсной дачи, называемый *основнымъ* или *черновымъ планомъ*, или брульономъ. Поелику такого рода планы должны служить матеріалами для составленія прочихъ родовъ лѣсныхъ пла-

новъ, именно: *спеціальныхъ* или *абрисныхъ*, *плановъ лѣсонасажденій* и *хозяйственныхъ*, то необходимо чертить ихъ со всевозможною тщательностію и чистотою. Основные планы не раскрашиваютъ, но довольствуются обведеніемъ тушью всѣхъ означенныхъ на немъ контуръ. Номера всѣхъ вообще граничныхъ знаковъ означаютъ также тушью, а номера кварталовъ и насажденій киноварью.

§ 252. *Спеціальный* или *абрисный* планъ, копируемый съ основнаго плана въ томъ же масштабѣ, служитъ для вычисленія поверхности земли, находящейся подъ лѣсомъ, для повѣрки наружныхъ границъ, для раздѣленія лѣса и для исправленія перемѣняющихся съ теченіемъ времени границъ лѣсонасажденій. Въ случаѣ слишкомъ большой величины дачи абрисный планъ, для большаго удобства при употребленіи, чертится на отдѣльныхъ листахъ, наклеиваемыхъ на холстъ и называемыхъ *секціями*. На этого рода планахъ принято означать слѣдующіе предметы:

a) Наружныя границы вытягиваются черною чертою, а границы спорныхъ мѣстъ пунктирными линіями. Число градусовъ, заключающихся въ углахъ, образуемыхъ граничными линіями, равно какъ и величину румбическихъ угловъ, полезно означать подписью, какъ на граничныхъ межевыхъ планахъ.

b) Просѣки означаются двумя черными чертами, съ соблюденіемъ соотвѣтствующей, по масштабу, ширины оныхъ. На концахъ просѣкъ подписываются номера ихъ.

c) Луга покрываются, подобно какъ на топографическихъ планахъ, зеленою краскою, поля—желтою, воды—синею, скалы—карминомъ и оттѣняютъ тою же

краскою; болота означаются синими штрихами, а большія дороги обводятся по краямъ киноварью и покрываются въ срединѣ желтою краскою.

d) Контуры отдѣльныхъ насажденій обводятся черными линіями. Площади насажденій краскою не покрываются. Кварталы, ограниченныя просѣками, означаются номерами въ послѣдовательномъ порядкѣ по всему лѣсу, а насажденія малыми буквами, которыя въ каждомъ кварталѣ начинаются снова и пишутся, также какъ и номера, карминомъ. Всѣ секціонные листы номеруются; на каждомъ изъ нихъ показывается направленіе магнитной стрѣлки и ея склоненіе, и надписывается наименованіе хозяйственныхъ частей его и цѣлыхъ участковъ (*).

§ 253. Для *плановъ лѣсонасажденій* принимается масштабъ $\frac{1}{16800}$ (т. е. 200 саж. въ дюймѣ), и слѣд. вдвое и даже вчетверо меньшій противъ масштаба абриснаго. Этого рода планы помѣщаются всегда на одномъ листѣ бумаги и отличаются тѣмъ, что на немъ всѣ насажденія покрываются, сообразно породамъ и возрастамъ, красками различной густоты. Цѣль назначенія сихъ плановъ состоитъ въ доставленіи возможности обозрѣвать какъ фигуру вообще всего лѣса, такъ и распредѣленія по оному насажденій.

(*) Вмѣсто спеціальныхъ или абриснихъ плановъ, для практическаго употребленія, удобнѣе составлять *лѣсные атласы:* такъ называютъ планы всѣхъ кварталовъ лѣсной дачи, изъ конхъ каждый представляется на отдѣльномъ листкѣ бумаги, копируя его съ основнаго плана, и изображая всѣ предметы мѣстности какъ на спеціальномъ. Вверху каждаго такого листка ставится номеръ квартала, а внизу изъясняютъ подписью значеніе контуръ насажденій.

На планахъ лѣсонасажденій помѣщаются только такіе предметы, которые соотвѣтствуютъ цѣли назначенія оныхъ, и которые съ ясностію могутъ выразиться въ масштабѣ, какъ наприм. всѣ контуры насажденій, воды, дороги, прогоны для скота, луга, поля, безплодныя мѣста, скалы и вообще все относящееся до почвы; граничные и просѣчные столбики, равно какъ всѣ предметы мѣстности, находящіеся внѣ наружныхъ границъ дачи, на сихъ планахъ не означаютъ.

Каждая изъ породъ лѣса, какъ уже упомянуто выше, означается особою краскою (*), а возрасты насажденій постепеннымъ смягченіемъ колеровъ, т. е. насажденія съ старымъ лѣсомъ покрываются самою густою краскою, болѣе молодыя нѣсколько слабѣе, и т. д., соблюдая, чтобы оттѣнки сіи рѣзко между собою отличались и были непремѣнно тѣ самыя, которыми обозначены возрасты на классы лѣтъ, дабы при первомъ взглядѣ на планъ можно было видѣть какихъ классовъ недостаетъ. Если породы смѣшанныя, то тѣ, которыя составляютъ примѣсь, показываются особыми условными знаками. Пустыя мѣста красками не покрываются. По раскрашеніи плана, проводятъ киноварью дорожки и тропинки, и тою же краскою подписываютъ номера и буквы для означенія кварталовъ и насажденій.

Кромѣ поименованныхъ нами предметовъ, полезно на планахъ лѣсонасажденій означать, посредствомъ особыхъ красокъ и условныхъ знаковъ, выгорѣлые лѣса,

---

(*) Въ Саксоніи принято на этого рода планахъ означать хвойныя деревья тушью, букъ—желтою краскою, березу—красною, дубъ—фіолетовою, ольху—коричневою, осину—темносинею, низкоствольный лѣсъ—зеленою, и т. д.

выборочные порубки, мѣста изобилующія валежникомъ, сухоподстойными и рѣдкими насажденіями.

Къ этому роду плановъ необходимо прилагать поясненіе красокъ и всѣхъ условныхъ знаковъ.

§ 254. *Хозяйственные лѣсные планы* изображаютъ правильное (нормальное) состояніе лѣсонасажденій, которое лѣсоучредитель долженъ имѣть въ виду при составленіи лѣсохозяйственнаго проэкта для соблюденія порядка, въ которомъ разныя части лѣса должны быть вырубаемы постепенно. Такіе планы чертятся въ томъ же масштабѣ, съ тѣми же условными знаками и съ такими же красками, какъ планы насажденій, съ тою только разницею, что каждая 20 лѣтняя дѣлянка, ограниченная просѣками, представляется въ видѣ чистаго насажденія одного класса лѣтъ и покрывается однимъ оттѣнкомъ краски. Мы считаемъ за излишнее распространяться о сего рода планахъ, потому что составленіе опыхъ не входитъ въ кругъ обязанностей землемѣра, но свѣдущаго лѣсничаго.

ГЛАВА VIII.

О НИВЕЛЛИРОВАНІИ.

А. Предварительныя понятія.

§ 255. *Точками одного уровня* называются такія точки, которыя находятся на сферической поверхности параллельной поверхности моря, или, что все равно, которыя удалены на одинаковое разстояніе отъ центра земли; а *линіею уровня*—всякая дуга происходящая отъ пересѣченія такой поверхности плоскостію отвѣсною. Такимъ образомъ, если предположимъ, что О и М (чер. 187) суть двѣ точки земной поверхности, а точка С центръ земли, то дуги MN и АО, описанныя изъ С радіусами СМ и СО, будутъ линіями уровня. Часть ON или АМ отвѣсной линіи, заключающаяся между одною изъ данныхъ точекъ и линіею уровня, проходящею чрезъ другую, называется *разностію уровней* сихъ точекъ, или *высотою* точки О надъ точкою М. Опредѣленіе таковыхъ высотъ или разностей уровней точекъ земной поверхности, составляетъ предметъ особой отрасли Гео-

дезіи, извѣстной подъ именемъ *нивеллированія* или *нивеллировки*.

§ 256. Для опредѣленія разности уровней двухъ точекъ O и M (чер. 178), имѣются три главныхъ способа:

1-й способъ, извѣстный подъ именемъ *топографическаго нивеллированія*, состоитъ въ непосредственномъ измѣреніи части MB отвѣсной линіи, заключающейся между точкою M и горизонтальнымъ лучемъ зрѣнія OB, направленнымъ изъ точки O, и служащимъ линіею перпендикулярною къ отвѣсной OZ. Искомая величина ON=AM, очевидно найдется, если изъ MB вычтемъ часть AB отвѣсной линіи, заключающейся между точкою B и линіею уровня. Сія часть AB можетъ быть принимаема равною нулю, коль скоро точки M и O находятся въ весьма близкомъ разстояніи, ибо тогда дуга AO по малой своей кривизнѣ будетъ сливаться съ горизонтальною линіею OB. Слѣд. въ семъ случаѣ *измѣренная часть отвѣсной линіи*, между одною изъ точекъ земной поверхности и линіею горизонтальною, проходящею чрезъ другую, изобразитъ искомую разность уровней сихъ точекъ.

2-й способъ, называемый *геодезическимъ* или *тригонометрическимъ нивеллированіемъ*, состоитъ въ опредѣленіи высоты ON вычисленіемъ, по измѣренному углу образуемому прямою MO съ отвѣсною OZ или MB, и по найденной, посредствомъ геодезическихъ дѣйствій, длинѣ дуги MN.

3-й способъ, именуемый *барометрическимъ нивеллированіемъ*, основывается на разности давленій столбовъ воздуха въ данныхъ точкахъ, изъ чего опредѣляется величина ON.

Такъ какъ оба послѣдніе способа служатъ преиму-

щественно для измѣренія высоты высокихъ горъ, а также для опредѣленія на сколько главнѣйшія точки земной поверхности возвышены надъ уровнемъ морской поверхности, то мы ограничимся здѣсь изложеніемъ одного топографическаго нивеллированія, какъ такого дѣйствія, которое ведетъ къ черченію профилей мѣстности, и въ употребленіи коего встрѣчается надобность при осушкѣ болотъ, проведеніи каналовъ, дорогъ и т. п.

В. Инструменты.

§ 257. Снаряды, употребляемые при топографическомъ нивеллированіи, бываютъ двухъ родовъ: одни, именуемые *нивеллирными инструментами*, или просто *нивеллирами*, служатъ для направленія лучей зрѣнія въ горизонтальномъ положеніи, а другіе, называемые *рейками*, для непосредственнаго измѣренія частей отвѣсныхъ линій, заключающихся между наблюдаемыми точками и горизонтальными лучами зрѣнія.

I. Нивеллирные инструменты.

§ 258. Простѣйшій изъ нивеллирныхъ инструментовъ есть *уровень съ отвѣсомъ*, или просто называемый *ватерпасомъ*. Онъ состоитъ изъ длиннаго бруса AB (чер. 189) и двухъ другихъ брусковъ CD и CE къ нему на-глухо придѣланныхъ въ видѣ равнобедреннаго треугольника, имѣющаго поперечную перекладину. Въ точкѣ C прикрѣпляется нить съ отвѣсомъ, а на срединѣ перекладины означается черта (или дѣлается на ней небольшой желобокъ). Главное условіе, требуемое отъ ватерпаса, состоитъ въ томъ, чтобы нижній край бруса AB былъ перпендикуляренъ къ отвѣсной нити въ то время, когда она совмѣстится съ упомянутою чертою, и

слѣд. принималъ направленіе горизонтальное. Это условіе повѣряется слѣдующимъ образомъ: вколачиваютъ два кола A′ и B′ (чер. 189) на столько, чтобы положивъ на нихъ ватерпасъ, нить покрывала черту; послѣ того перекладываютъ ватерпасъ такъ, чтобы правый его конецъ занялъ мѣсто лѣваго, а лѣвый праваго, и смотрятъ покрываетъ ли нить, какъ и прежде, черту, что самое послужитъ признакомъ вѣрности ватерпаса; въ противномъ же случаѣ, при переложеніи ватерпаса, вмѣсто означенной черты, надобно провести другую на срединѣ промежутка между оною и мѣстомъ, занимаемомъ нитью, и повторить повѣрку снова.

§ 259. Ватерпасъ принадлежитъ къ единственнымъ нивеллирнымъ инструментамъ, употребляемымъ при нивеллированіи безъ помощи рейки, ибо для опредѣленія разности уровней двухъ данныхъ точекъ наприм. A и E (чер. 207), весь ходъ дѣйствія состоитъ въ томъ, что въ одной изъ нихъ A, вбиваютъ колъ Aa, такой высоты, чтобы положивъ на него конецъ ватерпаса, другой его конецъ упирался въ поверхность горы, а нить отвѣса заняла мѣсто, означенное чертою. По измѣреніи высоты Aa кола, вбиваютъ другой колъ въ точку B, т. е. въ то мѣсто, гдѣ лежалъ конецъ ватерпаса и замѣчаютъ снова на землѣ такую точку C, чтобы ватерпасъ, положенный однимъ своимъ концомъ на одну, а другимъ на колъ Bb, былъ въ положеніи горизонтальномъ. Продолжая такимъ образомъ дѣйствіе до точки E, очевидно, что сумма всѣхъ кольевъ, т. е. Aa+Bb+Cc+Dd+ .... выразитъ искомую разность уровней EE′, или на сколько точка E выше точки A.

Само собою разумѣется, что нѣтъ никакой надобности, чтобы точки B, C, D... находились въ одной и той

же отвѣсной плоскости, проходящей чрезъ обѣ данныя A и E, или имѣли какое либо иное направленіе, если токмо условіе вопроса того не требуетъ.

§ 260. Къ простѣйшимъ нивеллирнымъ инструментамъ можно также причислить, такъ называемый, *водяной уровень*. Онъ состоитъ изъ жестяной или мѣдной цилиндрической трубки MM′ (чер. 184), отъ 2 до 3 футовъ длиною, загнутой съ обоихъ концовъ подъ прямыми углами; въ оба отверстія ея вставляются цилиндры F, F′, равныхъ діаметровъ, сдѣланные изъ тонкаго и чистаго стекла. Трубка MM′ укрѣпляется своею срединою на легкомъ штативѣ, на которомъ можетъ по произволу поворачиваться.

Предъ употребленіемъ сего инструмента, наливаютъ въ трубку столько воды, подкрашенной какою нибудь краскою (или просто чернилами), чтобы цилиндры F и F′ были наполнены ею до половины или до двухъ третей. Когда вода приметъ спокойное положеніе, тогда поверхности ея въ обоихъ цилиндрахъ будутъ находиться въ одной и той же горизонтальной плоскости; слѣд. лучь зрѣнія *gg′* касательный къ обоимъ цилиндрамъ и направленный чрезъ верхній край воды, будетъ горизонтальною линіею.

При переноскѣ инструмента съ одной точки стоянія на другую, затыкаютъ оба отверстія цилиндровъ пробками; а предъ наблюденіемъ, вынувъ одну изъ нихъ, съ осторожностію наклоняютъ вертикально всю трубку, съ тѣмъ, чтобы попавшій въ нее воздухъ вышелъ въ открытый конецъ. Въ противномъ случаѣ, поверхность воды въ обоихъ цилиндрахъ не будетъ находиться на одной горизонтальной плоскости.

Сей инструментъ, не взирая на простоту своего

устройства, имѣетъ важныя неудобства, ибо во 1-хъ, налитая вода весьма скоро испаряется въ сухую погоду; во 2-хъ, онъ представляетъ не малыя задрудненія при переноскѣ, и въ 3-хъ, нельзя безошибочно направлять лучи зрѣнія на точки, отстоящія отъ мѣста стоянія далѣе 25 саж. По симъ причинамъ употребленіе сего инструмента допускается только въ тѣхъ случаяхъ, когда не требуется отъ наблюдателя строгой точности.

§ 261. Точнѣйшіе же нивеллирные инструменты состоятъ изъ зрительной трубы съ придѣланнымъ къ ней обыкновеннымъ уровнемъ (см. § 99), какъ представлено на чер. 185. Зрительная труба различествуетъ отъ описанныхъ нами, въ § 104, только наружнымъ своимъ видомъ, а именно: на поверхности ея придѣлываются два кольца m и m' совершенно равныхъ діаметровъ. Этими кольцами труба кладется въ обоймицы вилки, т. е. двухъ подставокъ ab и $a'b'$, утвержденныхъ на брускѣ; одну изъ сихъ подставокъ можно по произволенію поднимать или понижать посредствомъ винта k подъ нею находящагося. Остальное устройство инструмента дѣлается весьма разнообразно. На чер. 185 представленъ нивеллиръ наиболѣе употребляемый нашими русскими инженерами; составныя его части суть: 1) зрительная труба AB, имѣющая упомянутыя кольца m и m'; 2) уровень D, соединяемый съ трубою съ одного конца посредствомъ шарнира e, а съ другаго винтомъ f, посредствомъ коего можно по произволенію приближать сей конецъ уровня къ трубѣ или отдалять отъ ней; 3) вилка $abb'a'$, имѣющая снизу винтъ k, для поднятія или опущенія того конца трубы, который вложенъ въ обоймицу подставки $a'b'$; на срединѣ вилки придѣлывается буссоль G, для опредѣленія величины угловъ,

образуемыхъ линіями визированія съ магнитною стрѣлкою; снизу же вилки сдѣлана изъ цѣльнаго съ нею куска металла ось вращенія C трубы, утверждаемая на мѣдномъ кругѣ H, къ коему она прикрѣпляется посредствомъ нажимательнаго винта L, имѣющаго съ боку микрометрическій *l*. Такимъ образомъ, если винтъ L будетъ ослабленъ, то можно будетъ поворачивать вилку вмѣстѣ съ трубою; а если сей винтъ будетъ прикрѣпленъ, то труба получитъ на мѣдномъ кругѣ неподвижное положеніе, и тогда микрометрическій винтъ *l* дастъ ей малое движеніе. Въ заключеніе должно сказать, что винты N, N, N, N, служатъ для приведенія круга H въ горизонтальное, а посему вертикальной оси въ отвѣсное положеніе. Впредь будемъ называть сіи винты *подъёмными*.

§ 262. Оптическая ось трубы (§ 104) должна со всею строгостію быть линіею параллельною съ осью уровня, дабы по приведеніи воздушнаго пузырька на средину трубки (посредствомъ винта *k*), оптическая ось приняла направленіе горизонтальной линіи. Въ слѣдствіе того, предъ употребленіемъ сего инструмента, необходимо должно удостовѣриться во 1-хъ, *совпадаетъ ли оптическая ось съ геометрическою осью трубы*, т. е. *съ линіею, проходящею чрезъ центры вышеупомянутыхъ колецъ* m и *m'*; и во 2-хъ, *параллельна ли оптическая ось трубы съ осью уровня*.

Для повѣрки перваго условія, утвердивъ нивеллиръ неподвижно на штативѣ, наводятъ трубу на какую нибудь горизонтальную линію отдаленнаго, но ясно видимаго предмета, какъ наприм. на карнизъ зданія, такъ, чтобы горизонтальная нить сѣтки покрыла сію линію. Послѣ того, не вынимая трубы изъ обоймицъ, перево-

рачиваютъ ее на пол-оборота, и если окажется что сія нить будетъ закрывать туже самую горизонтальную линію, то это послужитъ признакомъ, что упомянутое условіе выполняется; въ противномъ же случаѣ (т. е. если нить будетъ находиться нѣсколько выше или ниже взятой линіи), надобно половину погрѣшности уничтожить винтиками x и x', передвигающими сѣтку вверхъ или внизъ, а другую половину погрѣшности—винтомъ κ, поднимающимъ или опускающимъ конецъ трубы. Послѣ того, повѣрка сія повторяется нѣсколько разъ, пока по оборотѣ трубы на 180°, горизонтальная нить не будетъ съ совершенною точностію закрывать упомянутую горизонтальную линію (*).

§ 263. Для повѣрки втораго условія, т. е. *параллельна ли оптическая ось съ осью уровня*, приводятъ воздушный его пузырекъ, посредствомъ обращенія винта κ, на средину трубки; послѣ того, вынувъ съ осторожностію трубу изъ обоймицъ, перекладываютъ ее противуположными концами, т. е. чтобы правый ея конецъ занялъ мѣсто лѣваго, а лѣвый праваго, и если окажет-

(*) Если въ нивеллирномъ инструментѣ отвѣсную нить сѣтки можно передвигать независимо отъ горизонтальной нити, посредствомъ боковыхъ винтиковъ, то по сдѣланіи вышесказанной повѣрки, должно навести трубу на какую нибудь отвѣсную линію, какъ наприм. на край зданія; послѣ того повернуть трубу на пол-оборота, какъ сказано было выше, и смотрѣть будетъ ли сія нить покрывать помянутую линію. Если это не выполняется, то передвинуть ее, посредствомъ боковыхъ винтиковъ, на половину погрѣшности, а потомъ наведя сію нить на тотъ же предметъ посредствомъ микрометрическаго винта l (чер. 185), повторить это дѣйствіе снова. Если такимъ образомъ обѣ нити не будутъ сходить, по сдѣланіи полу-оборота трубою, одна съ горизонтальной, а другая съ отвѣсной линіи, то оптическая ось будетъ совпадать въ точности съ геометрическою осью трубы.

ся, что воздушный пузырёкъ займетъ опять средину уровня, то заключатъ, что упомянутая параллельность существуетъ; въ противномъ же случаѣ, половина погрѣшности исправляется винтикомъ *f* (т. е. пузырекъ приводится, посредствомъ обращенія онаго, на половину разстоянія между положеніемъ имъ занимаемымъ и прежнимъ), а другая половина погрѣшности винтомъ *к*, и послѣ того это дѣйствіе повторяется нѣсколько разъ (*).

§ 264. Если при употребленіи нивеллирнаго инструмента встрѣтится надобность наводить трубу, не на одну, но на многія точки мѣстности, то всякій разъ необходимо соблюдать, чтобы при обращеніи трубы около вертикальной оси, оптическая ея ось описывала горизонтальную плоскость, а слѣд., чтобы сія ось имѣла *перпендикулярное положеніе къ вертикальной оси вращенія*, а сія послѣдняя—*отвѣсное*.

Для выполненія перваго изъ сихъ двухъ условій, труба нивеллира наводится на колъ, воткнутый въ нѣкоторомъ разстояніи отъ мѣста стоянія, и замѣчается на немъ точка, покрываемая пересѣченіемъ нитей.

(*) По сдѣланіи сей повѣрки полезно, сверхъ того, удостовѣриться, находится ли ось уровня съ геометрическою осью трубы въ одной и той же плоскости. Для этого, не вынимая трубы изъ обоймицъ, должно слегка поворачивать оную то въ ту, то въ другую сторону, при чемъ пузырекъ будетъ постоянно занимать средину уровня только тогда, когда вышесказанное условіе выполняется. Если же пузырекъ отойдетъ наприм. къ лѣвому концу уровня въ то время, когда наблюдатель, стоя предъ инструментомъ, повернетъ трубу уровнемъ къ себѣ, то тѣмъ означится, что сей конецъ ближе къ наблюдателю, нежели правый, и потому надобно съ помощію боковыхъ винтиковъ уровня (дѣлаемыхъ почти во всѣхъ нивеллирныхъ инструментахъ) исправить сію погрѣшность.

Послѣ того, вынувъ трубу изъ обоймицъ, перекладываютъ ее противуположными концами и поворотивъ ее на пол-оборота на оси вращенія, наводятъ вторично на колъ. Если пересѣченіе нитей снова будетъ покрывать ту же самую точку кола, то это означитъ, что оптическая ось перпендикулярна къ оси вращенія; въ противномъ же случаѣ, надобно обращеніемъ винта k (чер. 185) поднять или опустить одинъ изъ концовъ трубы на столько, чтобы пересѣченіе нитей закрывало точку кола, находящуюся на срединѣ между первою и второю. И въ самомъ дѣлѣ, если AB (чер. 190) представляетъ оптическую ось, направленную на колъ MM′, а NN′ вертикальную; то по перемѣщеніи трубы и по сдѣланіи ею пол-оборота на оси NN′, оптическая ось въ томъ только случаѣ займетъ прежнее положеніе AB, когда уг. $ANN' = 90^0$; но если сей уголъ $< 90^0$, то при 2-мъ положеніи трубы, оптическая ось приметъ положеніе A′B′, при чемъ уг. B′NN′ будетъ равенъ ANN′ углу, а потому, если замѣчена будетъ точка M′ кола, закрываемая пересѣченіемъ нитей, то для приведенія сихъ осей въ перпендикулярное положеніе одной къ другой, достаточно будетъ измѣнить направленіе оптической оси въ отношеніи къ вертикальной NN′ на столько, чтобы она приняла положеніе A″B″, проходящей чрезъ точку M″, находящуюся на срединѣ между точками M и M′.

Для приведенія же вертикальной оси трубы въ отвѣсное положеніе, поступаютъ подобно какъ при приведеніи мензульной доски въ горизонтальное положеніе, а именно: если въ нивеллирѣ имѣется три подъёмныхъ винта, то поставя трубу въ положеніи параллельномъ линіи соединяющей какіе либо два изъ

нихъ, дѣйствуютъ однимъ изъ нихъ до тѣхъ поръ, пока пузырекъ не взойдетъ на средину уровня; послѣ того, поворотивъ трубу на четверть оборота, приводятъ пузырекъ снова на средину трубки посредствомъ обращенія третьяго винта, и повторяютъ это дѣйствіе нѣсколько разъ. Если же въ инструментѣ имѣется четыре подъёмныхъ винта, подобно какъ представлено на чер. 185, то все различіе въ вышесказанномъ дѣйствіи будетъ состоять только въ томъ, что трубѣ даютъ сперва такое положеніе, чтобы она находилась надъ двумя противуположными винтами, и дѣйствуя ими обоими въ противныя стороны (т. е. повертывая одинъ изъ нихъ вправо, а другой влѣво), приводятъ пузырекъ на средину уровня; послѣ того, поворотивъ трубу на четверть оборота, обращеніемъ другихъ двухъ винтовъ, приводятъ снова уровень въ горизонтальное положеніе.

§ 265. Впрочемъ можно также приводить оптическую ось въ положеніе перпендикулярное къ оси вращенія, поступая какъ при повѣркѣ мензульнаго уровня (§ 101), а именно: поставя трубу нивеллира въ положеніе параллельное линіи, соединяющей какіе либо два изъ подъёмныхъ винтовъ (предполагая, что ихъ имѣется три), и приведя пузырекъ уровня на средину трубки посредствомъ обращенія оныхъ, оборачиваютъ трубу на оси вращенія такъ, чтобы правый конецъ занялъ мѣсто лѣваго, а лѣвый праваго, и смотрятъ на положеніе пузырька; если онъ сойдетъ со средины, то это означитъ что вышесказанныя оси находятся взаимно не подъ прямымъ угломъ, и тогда половину погрѣшности уничтожаютъ обращеніемъ винта k, а другую обращеніемъ одного изъ вышесказанныхъ подъёмныхъ винтовъ. Это дѣйствіе пов-

торяется до тѣхъ поръ, пока пузырекъ, по полу-оборотѣ трубы, не будетъ сходить со средины трубки. Когда же это будетъ выполняться, тогда поворачиваютъ трубу на четверть оборота и, не касаясь винта *к*, приводятъ пузырекъ на средину, дѣйствуя третьимъ подъёмнымъ винтомъ, чрезъ что оси вращенія доставится положеніе отвѣсной линіи.

Если же въ нивеллирѣ имѣется не три, но четыре подъёмныхъ винта, то все различіе въ дѣйствіи будетъ состоять только въ томъ, что сперва надобно трубу поставить надъ двумя противуположными винтами и, дѣйствуя ими обоими въ противныя стороны, привести пузырекъ уровня на средину; а потомъ сдѣлавъ полу-оборотъ трубою, уничтожить половину погрѣшности обращеніемъ винта *k*, а другую обращеніемъ двухъ упомянутыхъ подъёмныхъ и повторить это дѣйствіе нѣсколько разъ. Послѣ того, давъ трубѣ положеніе перпендикулярное къ прежнему, привести пузырекъ уровня на средину онаго, дѣйствуя другими двумя винтами въ противныя стороны.

§ 266. Единственный недостатокъ нивеллирнаго инструмента, представленнаго на чер. 185, состоитъ въ томъ, что не имѣется никакихъ средствъ удостовѣриться въ равенствѣ діаметровъ обоихъ колецъ, коими кладется труба въ обоймицы. Если сіи діаметры не равны, то умственная поверхность, проходящая чрезъ оба кольца, будетъ образовать не цилиндръ, но усѣченный конусъ, коего ось (по сдѣланіи повѣрки, описанной въ § 262) будетъ совпадать съ оптическою осью трубы; посредствомъ же переложенія трубы въ обоймицахъ, какъ объяснено въ § 263, ось уровня приведется въ параллельное положеніе съ нижнею производящею линіею по-

мянутаго усѣченнаго конуса; но какъ сія линія не параллельна къ оптической оси, то очевидно, что сія послѣдняя не будетъ имѣть горизонтальнаго направленія, въ то время, когда пузырекъ уровня будетъ находиться на срединѣ онаго. Такой недостатокъ описаннаго нами нивеллира заставилъ Рейхенбаха измѣнить его устройство. Главнѣйшее различіе инструмента сего знаменитаго художника состоитъ въ томъ, что уровень не прикрѣпляется къ трубѣ, но накладывается на кольца оной двумя рукавами, какъ представлено на чер. 186. Повѣрка сего инструмента дѣлается слѣдующимъ образомъ: сперва приводятъ оптическую ось въ совпаденіе съ геометрическою осью трубы, какъ было нами описано въ § 262. Потомъ повѣряютъ самый уровень, переложеніемъ онаго на трубѣ; когда же его ось будетъ имѣть положеніе параллельное съ верхнею производящею линіею колецъ, тогда перекладываютъ самую трубу въ обоймицахъ, и если послѣ того пузырекъ уровня, поставленнаго на ней, будетъ, какъ прежде, находиться на срединѣ трубки, то это означитъ, что діаметры колецъ равны, и слѣд. ось уровня параллельна съ оптическою осью. Но если бы, по переложеніи трубы въ обоймицахъ, пузырекъ сошелъ со средины, то кольца имѣли бы не равные діаметры, и тогда дѣйствуя винтомъ k, должно перевести пузырекъ на три четверти разстоянія между мѣстомъ имъ занимаемымъ и срединою уровня, а остальную четверть погрѣшности исправить винтикомъ уровня, укорачивающимъ или дѣлающимъ длиннѣе одинъ изъ рукавовъ онаго. По исполненіи вышесказаннаго, не должно перекладывать уровень на трубѣ; въ противномъ случаѣ нарушится параллельность между оптическою осью и осью уровня.

II. Рейки.

§ 267. Простѣйшаго устройства рейка состоитъ изъ четырехграннаго бруса, длиною отъ 1 до 2 саженей, съ означенными на одной его сторонѣ футами и дюймами, (счетъ коимъ ведется снизу вверхъ) и продолговатой дощечки, называемой *цѣлью* и движущейся вдоль онаго. Дощечка сія раздѣляется горизонтальною чертою на двѣ половины, изъ коихъ одна покрывается бѣлою, а другая черною краскою; иногда же всю покрываютъ черною краскою, а на срединѣ ея проводятъ бѣлою краскою узкую полосу.

Употребленіе рейки весьма просто: поставя ее отвѣсно, поднимаютъ или опускаютъ цѣль по указанію нивеллирующаго, т. е. пока онъ не увидитъ черту цѣли, покрытою пересѣченіемъ нитей трубы. Останется послѣ того сосчитать на какомъ дѣленіи остановилась цѣль, т. е. какъ велико разстояніе между ея чертою и нижнимъ концемъ рейки.

§ 268. Наиболѣе употребительныя рейки дѣлаютъ изъ двухъ брусьевъ, одинаковой толстоты (чер. 196): одинъ AB, длиною ровно въ 1 сажень, а другой CD, двигающійся свободно въ пазу перваго, двумя или тремя дюймами длиннѣе. На выдвигающемся брусѣ CD означаются съ двухъ противуположныхъ сторонъ футы, дюймы и линіи (десятыя доли дюйма). На передней сторонѣ за начало дѣленій принимается нижній конецъ C бруса, а на задней точка M, отстоящая отъ нижняго его конца ровно на 1 сажень. Футы означаются цифрами, счетъ коимъ ведется на передней сторонѣ снизу вверхъ отъ 0 до 7, а на задней сверху внизъ отъ 7 до 14, какъ это съ яснostію можно усмо-

трѣть изъ чер. 196, представляющаго таковую рейку съ двухъ противуположныхъ ея сторонъ. Въ заключеніе должно присовокупить, что цѣль, дѣлаемая по большей части изъ дерева или изъ жести, передвигается на передней сторонѣ выдвигающагося бруса.

При употребленіи описанной нами рейки встрѣчаются два случая: когда опредѣляемая высота менѣе 1 саж., и когда болѣе. Въ 1-мъ случаѣ, ставятъ рейку отвѣсно и, не выдвигая бруса, передвигаютъ одну только цѣль, подобно какъ выше нами описанной, по указанію нивеллирующаго. То дѣленіе передней стороны бруса, которое будетъ закрыто чертою цѣли (*), изобразитъ требуемую высоту, ибо счетъ симъ дѣленіямъ, какъ выше упомянуто, ведется снизу вверхъ. Во 2-мъ же случаѣ, т. е. когда опредѣляемая высота болѣе 1 саж., сперва прикрѣпляютъ цѣль къ верхней оконечности бруса, такъ, чтобы черта ея находилась на верхнемъ дѣленіи онаго; потомъ выдвигаютъ брусъ по указанію нивеллирующаго, и отсчитываютъ на задней его сторонѣ какое именно изъ дѣленій покрывается верхнимъ краемъ В неподвижнаго бруса АВ, которое и изобразитъ искомое, ибо въ семъ случаѣ, высота АМ будетъ= АВ+ВМ, гдѣ АВ=7 фут., а длина ВМ опредѣляется числомъ дѣленій, помѣстившихся между точками В и М.

(*) Такъ какъ по причинѣ непрозрачности дощечки не возможно увидѣть какое именно дѣленіе закрывается чертою цѣли, то обыкновенно отсчитываютъ или по нижнему краю оной, или по верхнему, а потомъ къ найденному числу прикладываютъ половину высоты дощечки, или вычитаютъ ее изъ онаго. По сей причинѣ полезно соблюдать, чтобы высота дощечки равнялась ровно 4 или 6 дюймамъ, дабы при сложеніи или вычитаніи не входили дроби.

Въ заключеніе должно присовокупить, что для удобности численныхъ вычисленій, вмѣсто означенія на рейкахъ футовъ и дюймовъ, каждый футъ дѣлятъ на нихъ на 10 частей, а каждую часть еще на 10 долей. Иногда же означаютъ на нихъ дюймы и линіи, а десятки дюймовъ означаютъ цифрами. Въ томъ и другомъ случаѣ получится возможность съ записанными высотами реекъ поступать не какъ съ именованными числами, но какъ съ десятичными дробями.

§ 269. Когда нивеллировка производится съ приближенною точностію, то полезно употреблять рейки, состоящія изъ четырехграннаго бруса, длиною не съ большимъ въ 9 футовъ, а шириною отъ 3 до 4 дюймовъ, съ означенными на немъ футами и дюймами, изъ коихъ послѣдніе покрываются, чрезъ одинъ, бѣлою и черною краскою, какъ представлено на чер. 197; футы же означаются цифрами, которыя ставятъ на оборотъ, для того, чтобы нивеллирующему представлялись онѣ въ трубѣ въ настоящемъ видѣ. Этого рода рейки, дѣлаемыя складными, удобнѣе вышеописанныхъ въ томъ отношеніи, что нивеллирующій визируя въ трубу, имѣетъ возможность въ тоже время отсчитывать число дѣленій.

С. Производство нивеллированія.

§ 270. Нивеллированіе бываетъ двоякое *простое* и *сложное*.

а) *Нивеллированіе простое.* Такъ называется то дѣйствіе, посредствомъ коего опредѣляется разность уровней двухъ или нѣсколькихъ точекъ изъ одной точки стоянія.

Для опредѣленія разности уровней двухъ точекъ, посредствомъ нивеллированія простаго, имѣются слѣдующіе два способа:

1-й способъ. Предположимъ, что A и B (чер. 194) суть двѣ точки мѣстности, разность уровней коихъ требуется опредѣлить: нивеллирный инструментъ ставятъ на одной изъ нихъ, наприм. A, а на другой B, рейку, и по приведеніи трубы нивеллира въ горизонтальное положеніе (см. § 262) наводятъ ее на рейку, цѣль коей по знакамъ, подаваемымъ нивеллирующимъ, поднимаютъ или опускаютъ, пока черта оной не будетъ казаться наблюдателю закрываемою пересѣченіемъ нитей трубы. Послѣ того, измѣривъ со тщаніемъ высоту AM=h инструмента и отсчитавъ на какой именно высотѣ BN=b остановилась цѣль рейки (см. стр. 317), вычитаютъ одну изъ сихъ высотъ изъ другой. Разность b—h очевидно изобразитъ искомую разность уровней, или на сколько точка A выше точки B. Само собою разумѣется, что если бы b было менѣе h, то это означило бы, что точка A ниже точки B, и тогда надлежало бы b вычесть изъ h.

§ 271. Здѣсь мы предполагали, что разстояніе между опредѣляемыми точками столь не велико, что горизонтальную линію MN, безъ чувствительной погрѣшности можно принимать сливающеюся съ линіею уровня, проходящею чрезъ точку M (см. стр. 304). Но еслибы разстояніе между точками было значительно велико, то опредѣленная по вышесказанному разность уровней будетъ ошибочна, ибо отсчитанная высота рейки будетъ нѣсколько увеличена. И въ самомъ дѣлѣ, пусть точка A (чер. 191) будетъ мѣсто занимаемое нивеллиромъ, B рейкою, AM=h высота инструмента, дуги AE и MN

линіи уровней, проходящія чрезъ точки A и M. Касательная MO къ дугѣ MN изобразитъ направленіе луча зрѣнія, опредѣляемаго инструментомъ, а часть BO=b отвѣсной линіи, отсчитанную высоту рейки. Поелику точки M и O не находятся на одной линіи уровня, то для опредѣленія высоты точки A надъ точкою B, т. е. части BE, очевидно надлежитъ изъ высоты BO=b рейки, вычесть сперва часть NO, которую впредь мы будемъ называть *поправкою отъ сферическаго вида земли*, а потомъ высоту AM=NE=h инструмента. Найдемъ упомянутую поправку.

Такъ какъ искомая длина NO (чер. 191) не иное что есть, какъ часть отвѣсной линіи, заключающейся между касательною и дугою круга, проходящаго чрезъ M, то для опредѣленія оной можемъ примѣнить геометрическую теорему, что касательная MO (чер. 192) есть средняя пропорціональная между всею сѣкущею OF и внѣшнимъ ея отрѣзкомъ NO, т. е.

$$FO : OM = OM : NO,$$

оттуда $OM^2 = FO \times NO = (FN + NO)\ NO$,

или, положивъ для краткости длину радіуса NC=R, касательной MO=k, а внѣшняго отрѣзка NO=x, будетъ

$$k^2 = (2R + x)\ x.$$

Для опредѣленія искомой величины x, раздѣлимъ все уравненіе на 2R; получимъ

$$\frac{k^2}{2R} = \left(\frac{2R}{2R} + \frac{x}{2R}\right) x = \left(1 + \frac{x}{2R}\right) x.$$

Поелику здѣсь R представляетъ радіусъ земли, средняя величина коего есть 2986500 саж., а x есть величина весьма малая и не превышающая нѣсколькихъ дюй-

мовъ, то безъ чувствительной погрѣшности можно разсматривать членъ $\frac{x}{2R}$ равнымъ нулю, а потому выведенное нами уравненіе обратится въ

$$x=\frac{k^2}{2R}.$$

Такъ какъ длину касательной MO=k, въ разсматриваемомъ нами случаѣ, можно всегда принимать равною длинѣ разстоянія между нивеллируемыми точками, то изъ сего заключаемъ, что величина искомой поправки равняется квадрату сего разстоянія, раздѣленному на удвоенный радіусъ земли.

Наприм. если k=500 саж., то k^2=250000; по раздѣленіи же на 2R=5973000, получимъ въ частномъ x=0,0418 саж., или=0,2926 фут. или наконецъ =3,51 дюйм. (*).

§ 272. Когда разстояніе между точками, нивеллируемыми посредствомъ вышеизложеннаго способа, значительно велико, тогда кромѣ поправки отъ сферическаго вида земли, встрѣтится надобность исправить отсчитанную высоту рейки отъ вліянія *рефракціи*, ибо извѣстно, что лучи свѣта проходя чрезъ различные слои атмосферы, измѣняютъ прямолинейное свое направленіе, и отъ того представляютъ предметы выше дѣйствительнаго ихъ положенія. Слѣд. цѣль рейки, которая кажется наблюдателю находящеюся на горизонтальномъ лучѣ зрѣнія въ точкѣ O (чер. 191) дѣйствительно находится ниже, въ точкѣ i, а посему для полученія истинной высоты рейки, надлежитъ къ оной придать часть Oi. Величина

(*) Этого рода вычисленія удобнѣе совершать посредствомъ логариѳмовъ, вводя только пять десятичныхъ знаковъ. Здѣсь log 2 R= 6,77619.

сей части равняется величинѣ поправки отъ сферическаго вида земли, умноженной на $\frac{16}{100}$ (*). Такимъ образомъ, для опредѣленія разности уровней точекъ A и B, надлежитъ изъ отсчитанной высоты b рейки вычесть сперва высоту h инструмента, потомъ поправку x отъ сфер. вида земли, и къ результату придать сію послѣднюю, умноженную на 0,16, т. е. искомая разность уровня d будетъ $=b-h-x+0{,}16x=b-h-0{,}84x$, или подставя $\frac{k^2}{2R}$ вмѣсто x, по сокращеніи, получимъ

$$d=b-h-\frac{0{,}42}{R}\cdot k^2.$$

Наприм. если $k=500$ саж., то по умноженіи выше найденной величины $x=0{,}0418$ на 0,84, для величины полной поправки въ высотѣ рейки получимъ 0,0351 саж. или=2,948 дюйм.

§ 273. Впрочемъ величину полной поправки можно опредѣлить скорѣе, слѣдующимъ образомъ:

Если изобразимъ величину полной поправки для точки N (чер. 192) чрезъ z, а таковую же для точки N'

(*) Это доказывается слѣдующимъ образомъ: если вообразимъ себѣ дуги, описанныя изъ точки M радіусомъ, равнымъ хордѣ MN, и заключающіяся въ углахъ OMN, OMi, то сіи дуги по незначительности своей могутъ быть приняты пропорціональными длинамъ ON$=x$ и O$i=y$. Поелику же сіи дуги измѣряютъ углы OMN, OMi, то получится пропорція

$$\text{OMN} : \text{OM}i = x : y.$$

Но уголъ OMN, какъ составляемый касательною и хордою, равенъ $\frac{1}{2}$C (гдѣ C изображаетъ градусную величину дуги MN или угла MCN), а уг. OMi, представляющій величину рефракціи, какъ найдено изъ многихъ наблюденій, равняется 0,08. C; слѣд. выведенная пропорція обратится въ слѣдующую:

$$\tfrac{1}{2}\text{C} : 0{,}08.\text{C} = x : y$$

$$\text{или}\quad 0{,}50 : 0{,}08 = x : y = \tfrac{8}{50}x = 0{,}16x.$$

чрезъ z', и положимъ, что ОМ$=k$, а ОМ$'=k'$, то

$$z=\frac{0,42k^2}{R},\quad z'=\frac{0,42k'^2}{R};$$

раздѣливъ одно изъ сихъ уравненій на другое, получимъ

$$\frac{z'}{z}=\frac{k'^2}{k^2}$$

или $$z' : z=k'^2 : k^2.$$

Изъ сего явствуетъ, что если полная поправка z, для какого либо разстоянія k, была найдена, руководствуясь вышеизложеннымъ, то опредѣленіе таковой же для другаго разстоянія k', обращается въ отысканіе четвертаго члена пропорціи, въ коей три остальные извѣстны. Такъ наприм. найдено было выше, что $z=2,948$ дюйм. для $k=500$ саж.; еслибы потребовалось опредѣлить величину полной поправки для $k'=100$ саж., то составили бы пропорцію

$$z' : 2,948=(100)^2 : (500)^2,$$

откуда $z'=\frac{2,948\times10000}{250000}=0,118$ дюйм.

При подобнаго рода вычисленіяхъ будетъ удобнѣе опредѣлять требуемую величину, принимая за величину извѣстную найденное нами теперь число для $k'=100$ саж., ибо тогда четвертый членъ пропорціи будетъ $(100)^2=10000$, чрезъ что дѣленіе обратится въ перемѣщеніе запятой влѣво на четыре знака. Такъ наприм. чтобы опредѣлить поправку z' для $k'=220$ саж., получимъ

$$z' : 0,118=(220)^2 : (100)^2,$$

откуда $z'=\frac{0,118\times48400}{10000}=0,5711$ или почти$=0,6$ дюйм.

§ 274. 2-й способъ нивеллированія простаго состоитъ въ томъ, что инструментъ помѣщается въ равномъ разстояніи отъ тѣхъ точекъ, разность уровней конхъ

опредѣляется: рейка же становится сперва на одной изъ нихъ, а потомъ на другой. Положимъ, что инструментъ находится въ точкѣ O (чер. 195), находящейся въ равномъ разстояніи отъ точекъ A и B; если направимъ горизонтальный лучь зрѣнія ON на рейку, стоящую въ A, и положимъ, что высота оной AM=a, а потомъ по перенесеніи рейки въ B и по направленіи луча зрѣнія ON, высота ея BN оказалась=b, то разность $a-b$ изобразитъ искомую высоту точки B надъ точкою A.

При семъ слѣдуетъ замѣтить, что поелику по условію OM=ON, то отсчитанныя высоты a и b рейки, будутъ увеличены на одно и то же количество отъ соединеннаго вліянія сферич. вида земли и рефракціи, а потому разность $a-b$ изобразитъ истинную разность уровней обѣихъ данныхъ точекъ.

И такъ, если помѣстимъ инструментъ въ равномъ разстояніи отъ нивеллируемыхъ точекъ, то не будетъ надобности: во 1-хъ, вводить поправку отъ сферическаго вида земли и рефракціи, и во 2-хъ, измѣрять высоту инструмента. Сверхъ того къ главнѣйшимъ преимуществамъ сего способа предъ предшествующимъ, должно отнести то, что самая невѣрность инструмента не будетъ имѣть вліянія на точность результата. И въ самомъ дѣлѣ, если положимъ, что ось уровня не параллельна съ оптическою осью трубы, то по приведеніи воздушнаго пузырька на средину уровня, лучь зрѣнія OM′ будетъ составлять съ горизонтальною линіею OM, уг. MOM′; но при визированіи на точку B, уг. NON′, составляемый направленіемъ оптической оси ON′ съ горизонтальною линіею ON, будетъ тотъ же какъ и прежде, а посему произойдутъ равные прямоугольные треугольники OMM′, ONN′, изъ коихъ полу-

чатъ MM′=NN′. Слѣд. какъ отсчитанная высота *a* рейки, такъ и высота *b*, будутъ увеличены одинакимъ количествомъ MM′=NN′, а посему разность *a*—*b* между высотами реекъ, не перемѣнитъ своей величины.

§ 275. Для изображенія въ профилѣ мѣстности между точками A и B (чер. 198), опредѣляемыми посредствомъ нивеллированія простаго, ставятъ рейку послѣдовательно въ точкахъ A, C, D, E....., при коихъ мѣстность представляетъ изгибы или переломы, и опредѣляютъ высоты A*a*, C*c*, D*d*, E*e*, B*b*, равно какъ и высоту O*o* инструмента (предполагая, что онъ помѣщенъ въ отвѣсной плоскости, проходящей чрезъ A и B). Послѣ того измѣряютъ длины *ac*, *cd*, *do*...., т. е. горизонтальныя проложенія разстояній AC, CD, DO.....; измѣренія сіи производятся цѣпью, вытягиваемою горизонтально (см. стр. 27), или саженью, какъ было объяснено на стр. 28. Самое же черченіе профиля производится слѣдующимъ образомъ: проведя неопредѣленную прямую *a′b′* (чер. 199), и отложивъ на ней по масштабу части *a′c′*, *c′d′* *d′o′*..... соотвѣтственно найденнымъ горизонтальнымъ разстояніямъ, возставляютъ изъ точекъ *a′*, *c′*, *d′*, *o′*.... перпендикуляры. На нихъ откладываютъ части *a′*A′, *c′*C′, *d′*D′.... соотвѣтственно равныя отсчитаннымъ высотамъ реекъ. Но какъ высоты сіи разнятся однѣ отъ другихъ нѣсколькими токмо футами и дюймами, и вообще бываютъ незначительны въ сравненіи съ горизонтальными разстояніями, то для выраженія на профилѣ всѣхъ малѣйшихъ измѣненій и неровностей земной поверхности, принято за правило, откладывать вертикальныя длины по масштабу въ десять разъ большему противу того, по коему наносились горизонтальныя разстоянія. Такъ наприм., если для отло-

женія сихъ послѣднихъ принимали дюймъ за 25 саж., то для отложенія вертикальныхъ, принимаютъ дюймъ за $2\frac{1}{2}$ саж.

§ 276. *Нивеллированіе сложное.* Если разстояніе между точками весьма велико, или мѣстность между ними представляетъ значительныя возвышенности, тогда разность уровней можно опредѣлить не иначе, какъ посредствомъ нѣсколькихъ послѣдовательно соединенныхъ между собою простыхъ нивеллировокъ. Такое нивеллированіе называется *сложнымъ*.

Пусть A и G (чер. 200) будутъ весьма отдаленныя точки: для опредѣленія на сколько одна изъ нихъ выше или ниже другой, выбираютъ промежуточныя точки B, C, D....., такимъ образомъ, чтобы разность уровней каждыхъ двухъ послѣдовательныхъ можно было опредѣлить посредствомъ нивеллированія *простаго*. Нивеллирный инструментъ становятъ на срединѣ разстоянія AB въ точкѣ M, а рейку въ точкѣ A, и по опредѣленіи высоты AK, переносятъ ее въ точку B, на которую направивъ трубу нивеллира, отсчитываютъ высоту BL. Послѣ того перенеся инструментъ въ точку M', отстоящую въ одинаковомъ разстояніи отъ B и C, а рейку оборотивъ къ сторонѣ наблюдателя, поступаютъ какъ на первой точкѣ стоянія, т. е. опредѣляютъ сперва высоту BN, а потомъ перенеся ее въ C, высоту CO. Ходъ дѣйствія продолжается въ томъ же порядкѣ.

Высоты AK, BN, CP, DR..... опредѣляемыя горизонтальными лучами зрѣнія, направляемыми въ ту сторону, откуда началась нивеллировка, называются *заднимы высотами*, или *взглядами назадъ*, а высоты BL, CO, DQ..... *передними* или *взглядами впередъ*. Во время производства нивеллировки записываются со

тщаніемъ сіи высоты на черновомъ брульонѣ, поступая слѣдующимъ образомъ: проведя неопредѣленную прямую *ag* (чер. 203) и изъ произвольныхъ точекъ *a*, *b*, *c*, *d*..... возставя на глазъ перпендикуляры *a*A, *b*B, *c*C....., записываютъ взгляды назадъ по правую сторону сихъ перпендикуляровъ, а взгляды впередъ по лѣвую. Такимъ образомъ крайніе перпендикуляры будутъ имѣть по одной подписи, а всѣ прочіе по двѣ. Когда нивеллированіе производится съ тою цѣлію, чтобы составить профиль мѣстности, тогда измѣряютъ горизонтальныя разстоянія между точками A и B, B и C, C и D (чер. 200); длину сихъ разстояній записываютъ надъ чертою *ag* (чер. 203), между соотвѣтствующими перпендикулярами. По окончаніи полевой работы брульонъ обводится чернилами.

§ 277. Нивеллированіе сложное производится съ двоякою цѣлью: 1) для опредѣленія разности уровней крайнихъ точекъ A и G (чер. 200) и 2) для начерченія профиля нивеллируемаго пространства.

Разность уровней крайнихъ точекъ опредѣляется слѣдующимъ образомъ: изобразимъ взгляды назадъ AK, BN, CP..... буквами *a*, *a'*, *a''*....., а взгляды впередъ BL, CO, DQ..... буквами *b*, *b'*, *b''*,..... Если отъ точки A до B мѣстность возвышается, то *a* будетъ $>b$, и тогда $a-b$ изобразитъ на сколько точка A ниже точки B. Также если $a'>b'$, то $a'-b'$ изобразитъ на сколько точка B ниже точки C, а посему сумма $(a-b)+(a'-b')$ сихъ разностей выразитъ высоту точки C надъ точкою A. Если отъ точки C мѣстность начинаетъ понижаться, то $a''<b''$, и тогда $b''-a''$ изобразитъ на сколько точка D ниже точки C, а посему, для опредѣленія высоты точки D надъ точкою A, должно изъ вышесказанной суммы вычесть

величину $b''-a''$ и будетъ $(a-b)+(a'-b')-(b''-a'')$. Но какъ сей результатъ также бы получился, если-бы вмѣсто вычитанія $(b''-a'')$, приложили $(a''-b'')$, то очевидно, что для опредѣленія разностей уровней обѣихъ крайнихъ точекъ, достаточно сложить всѣ разности $(a-b)$, $(a'-b')$, $(a''-b'')$, $(a'''-b''')$;....., съ тѣми знаками, какіе находятся предъ ними, почему и будетъ

$$y=(a-b)+(a'-b')+(a''-b'')+(a'''-b''')+.....$$

или $y=(a+a'+a''+a'''+.....)-(b+b'+b''+b'''+.....)$

И такъ, *искомая разность уровней получится, если изъ суммы взглядовъ назадъ вычтемъ сумму взглядовъ впередъ*. Если результатъ окажется *положительнымъ*, то тѣмъ означится, что точка A *ниже* точки G; если онъ будетъ равенъ *нулю*, то обѣ точки A и G находятся въ *одномъ уровнѣ*, наконецъ, если результатъ будетъ *отрицательный*, то A *выше* точки G.

Наприм. для чиселъ, представленныхъ на чер. 203, имѣемъ:

Взгляды назадъ.	Взгляды впередъ.
11ф.,92	10ф.,57,
12, 78	9, 95
3, 54	6, 31
0, 97	8, 07
6, 70	1, 15
2, 41	7, 26
сумма=38, 32	сумма=43, 31

Такъ какъ здѣсь сумма взглядовъ назадъ менѣе суммы взглядовъ впередъ, то изъ сего заключаемъ, что точка A выше точки G на количество 43,31—38,32=4ф., 99 или =4ф. 11л..

§ 278. Для начерченія же профиля пронивеллированнаго пространства, опредѣляютъ предварительно вычисленіемъ разстояніе каждой изъ точекъ A, B, C,..... (чер. 200), на которыхъ ставили рейку, отъ какой либо

горизонтальной плоскости, наприм. AA′ (или собственно говоря, отъ одной и той же поверхности уровня), находящейся внѣ всего пространства. Таковыя разстоянія AA′, BB′, CC′, DD′..... именуются *отмѣтками* точекъ A, B, C, D..... а разстояніе начальной точки A, т. е. AA′, *главною отмѣткою*. Для сей послѣдней берется величина произвольная: достаточно только соблюдать, чтобы горизонтальная плоскость, проходящая на разстояніи AA′ надъ точкою A, находилась внѣ нивеллируемаго пространства. Положивъ, такимъ образомъ, величину главной отмѣтки равною какому либо числу саженей, футовъ или дюймовъ, величины прочихъ отмѣтокъ опредѣлятся чрезъ простое сложеніе и вычитаніе. И въ самомъ дѣлѣ, отмѣтка точки B, т. е. длина прямой BB′ очевидно будетъ=B′L+LB, но B′L=A′K=AA′—AK; слѣд. BB′=AA′—AK+BL. Также, отмѣтка CC′ будетъ=B′N+CO=BB′—BN+CO. Изъ сего легко можемъ заключить, что величина отмѣтки для каждой точки получится, если *изъ отмѣтки предшествующей точки вычтемъ взглядъ назадъ на сію послѣднюю, и къ разности придадимъ взглядъ впередъ на опредѣляемую*.

Такъ наприм., принявъ отмѣтку начальной точки A равною 20 фут. получимъ для брульона, представленнаго на чер. 203.

	фут.		фут.
AA′	=20		
BB′	=20	—11,92+10,57	=18,65
CC′	=18,65	—12,78 + 9,95	=15,82
DD′	=15,82	— 3,54 + 6,31	=18,59
EE′	=18,59	— 0,97 + 8,07	=25,69
FF′	=25,69	— 6,70 + 1,15	=20,14
GG′	=20,14	— 2,41 + 7,26	=24,99 (*)

ф.

(*) Разность отмѣтокъ крайнихъ точекъ A и G, т. е. 24,99—20=

Найденныя такимъ образомъ величины отмѣтокъ подписываются на брульонѣ чернилами подъ точками A, B, C...., какъ это сдѣлано на чер. 203.

§ 279. Самое же черченіе профиля пронивеллированнаго пространства производится сходно съ изложеннымъ въ § 275, а именно: протягиваютъ неопредѣленную прямую AA′, (чер. 200); откладываютъ на ней по масштабу части A′B′, B′C′, C′D′.... соотвѣтственно равныя горизонтальнымъ разстояніямъ между точками мѣстности, надписанными на брульонѣ (чер. 203) надъ линіею *ag*; изъ точекъ A′, B′, C′, D′.... возставляютъ перпендикуляры и откладываютъ на нихъ части A′A, B′B, C′C, D′D.... равныя найденнымъ отмѣткамъ, по масштабу въ 10 разъ большему; прямыя, послѣдовательно соединяющія точки A, B, C, D..... изобразятъ требуемый профиль.

§ 280. Не рѣдко требуется знать неровности мѣстности по направленіямъ перпендикулярнымъ къ той линіи, по коей производится сложная нивеллировка; тогда дѣлаютъ такъ называемую, *поперечную нивеллировку*, въ отличіе отъ коей первая именуется *продольною*. Такъ наприм. для составленія проекта дороги производятъ нивеллировку по направленію ея оси, и сверхъ того въ плоскостяхъ къ ней перпендикулярныхъ на протяженіи ширины дороги. Пусть прямая AE (чер. 201) будетъ направленіе продольной нивеллировки, а точки A, B, C,.... высшія и низшія мѣста, на коихъ предполагается ставить рейку. Дѣйствіе въ семъ случаѣ состоитъ въ томъ, что провѣ-

---

4,99 ф. очевидно изобразитъ разность уровней сихъ точекъ, чрезъ что повѣрится вычисленіе, на стр. 328.

шиваютъ чрезъ сіи точки линіи aa''', bb''', cc'',.... перпендикулярно къ АЕ и означаютъ на нихъ колышками точки a, a,' a''... b, b', b''.... при коихъ мѣстность представляетъ какія либо измѣненія или перегибы. Изъ каждой точки стоянія съ нивеллирнымъ инструментомъ, наприм. М, направляютъ сперва трубу на точки А и В, а потомъ на точки a, a' a'' a'''...., въ коихъ послѣдовательно становится рейка (*). Такимъ же образомъ изъ точки М', сперва опредѣляютъ взгляды назадъ и впередъ на точки В и С, а потомъ на точки b, b', b''....

Отсчитанныя высоты реекъ, каждой изъ поперечныхъ нивеллировокъ, записываются на томъ брульонѣ, который представляетъ продольную, располагая оныя какъ показано на чер. 204, гдѣ А, В, С..... означаютъ точки продольной нивеллировки, а числа при сихъ точкахъ записанныя, изображаютъ взгляды назадъ на сіи точки.

§ 281. По производствѣ продольной и поперечной нивеллировки, необходимо всѣ точки послѣдней отнести къ той же самой горизонтальной плоскости, въ отношеніи къ коей опредѣляются отмѣтки точекъ первой. Вотъ правило для опредѣленія величины отмѣтокъ точекъ на поперечныхъ нивеллировкахъ: *надобно къ отсчитаннымъ взглядамъ на каждой изъ поперечныхъ профилей, придавать разность между найденною отмѣткою точки продольной, находящейся въ той*

(*) Въ точкахъ продольной нивеллировки полезно становить рейки съ передвижною цѣлью (§ 268), а въ точкахъ поперечной описанныя нами въ § 269. Хотя посредствомъ сихъ послѣднихъ невозможно опредѣлять взгляды въ 10-хъ доляхъ дюйма, однакоже это не можетъ имѣть никакого вліянія на точность всего дѣйствія.

же профили и взглядомъ на сію точку. Причина этому явствуетъ изъ того, что записанные (чер. 204) на брульонѣ взгляды, наприм. для точекъ *a*, *a'*, A, *a''*... выражаютъ разстоянія оныхъ отъ горизонтальной плоскости, проходящей чрезъ оптическую ось нивеллира; но какъ требуется опредѣлить разстоянія сихъ точекъ отъ другой горизонтальной плоскости, то должно къ записаннымъ высотамъ придать разстояніе между сими плоскостями, которое очевидно равно величинѣ отмѣтки точки A безъ взгляда на сію точку.

Такъ наприм., принимая за отмѣтки точекъ продольной нивеллировки величины, найденныя нами на стр. 329 (чер. 203), для опредѣленія отмѣтокъ точекъ 1-й профили (чер. 204), надобно къ записаннымъ взглядамъ придать 20ф.—11ф.,92=8ф.,08; получимъ

для точки *a* . . . . 10ф.,35+8,08=18ф.,43
a' . . . . 9, 50+8,08=17, 58
a''. . . . 8, 91+8,08=16, 99
a'''. . . . 10, 60+8,08=18, 68.

Такимъ же образомъ, для опредѣленія отмѣтокъ 2-й профили, должно къ записаннымъ числамъ на брульонѣ придать 18ф.,65—12ф.,78=5ф.,87; найдемъ

для точки *b* . . . . 10ф,50+5,87=16ф.,37
b' . . . . 9, 30+5,87=15, 17
b''. . . . 12, 90+5,87=18, 77
b'''. . . . 10, 80+5,87=16, 67 и т. д.

Результаты сихъ вычисленій подписываютъ подъ точками *a*,*a'*.... *b*,*b'*.... какъ представлено на чертежѣ.

§ 282. Черченіе продольной и поперечной профилей производится слѣдующимъ образомъ: на листѣ чистой бумаги сперва изображаютъ горизонтальную

проэкцію продольной нивеллировки, т. е. ломаную линію ADFG (чер. 205), означающую планъ оси дороги или канала. Потомъ отложивъ по припятому масштабу части AB, BC, CD, DE....., равныя горизонтальнымъ разстояніямъ между точками, гдѣ стояла во время продольнаго нивеллированія рейка, проводятъ чрезъ сіи точки линіи aa''', bb''', dd'',... перпендикулярныя къ прямымъ AD, DE,..... На каждомъ изъ сихъ перпендикуляровъ, наприм. aa''', откладываютъ по тому же масштабу, отъ точки A въ обѣ стороны части Aa', $a'a$, Aa'' ,$a''a'''$, соотвѣтственно равныя горизонтальнымъ разстояніямъ между тѣми точками, гдѣ становили рейку на первой поперечной профили. Возставя изъ точекъ a, a', A, a'' a''', перпендикуляры къ aa''', дѣлаютъ ихъ по масштабу въ 10 разъ большему, соотвѣтственно равнымъ отмѣткамъ 1-й профили, и оконечности сихъ перпендикуляровъ соединяютъ прямыми. Такимъ же образомъ поступаютъ при черченіи прочихъ поперечныхъ профилей. Для начерченія же продольной профили, проводятъ сверху сдѣланнаго чертежа, въ произвольномъ направленіи, прямую A′G′, и изъ всѣхъ точекъ A, B, C.... опустивъ на оную перпендикуляры AA′, BB′, CC′... откладываютъ отъ точекъ A′, B′, C′..... по увеличенному масштабу длину отмѣтокъ A′A″, B′B″, C′C″,..., продольной нивеллировки. Наконецъ соединивъ точки A″, B″, C″.... одну съ другою прямыми линіями, получится требуемая профиль, которая очевидно выразитъ проэкцію пронивеллированнаго пространства на вертикальной плоскости.

Само собою разумѣется, что еслибы продольная нивеллировка была произведена по направленію прямо-

линейному, то по начерченіи поперечныхъ профилей по вышесказанному, слѣдовало бы прямую A′G′ провести параллельно начерченной внизу оси проэкта дороги или канала, и слѣд. длины частей A′B′, B′C′, C′D′.... выразили бы въ семъ случаѣ горизонтальныя разстоянія между точками продольной нивеллировки.

§ 283. При производствѣ разнаго рода инженерныхъ работъ, часто встрѣчается надобность знать *паденіе* пронивеллированныхъ *линій*. Такъ называется то количество, на сколько прямая линія, взятая на землѣ, понижается или повышается на разстояніи линейной единицы; наприм. если AB (чер. 202) представляетъ прямую, взятую на поверхности земли, AH горизонтальную, M точку мѣстности, отстоящую отъ A въ разстояніи 1 саж., считаемомъ по направленію горизонтальному, то длина прямой MK выразитъ паденіе линіи AB (*). Изобразимъ горизонтальное разстояніе AH между точками A и B чрезъ d, отмѣтки сихъ точекъ чрезъ a и b, а искомое паденіе MK чрезъ p: подобные треуг-ки AMK и ABH даютъ.

$$MK : AK = BH : AH,$$

или $$p : 1 = b - a : d;$$

откуда $$p = \frac{b-a}{d}$$

И такъ, *паденіе линіи, соединяющей какія либо двѣ точки мѣстности* (коихъ величины отмѣтокъ извѣстны изъ нивеллированія), *равно разности сихъ отмѣтокъ, раздѣленной на горизонтальное между ними разстояніе*. Если примемъ за правило для составленія

(*) Очевидно, что паденіе линіи не иное что, какъ тригонометрическій тангенсъ угла, составляемаго оною съ горизонтальною линіею.

разности между отмѣтками, вычитать отмѣтку предшествующей точки А изъ отмѣтки послѣдующей В, то результатъ p очевидно будетъ со знакомъ $+$ въ томъ случаѣ, когда мѣстность отъ точки А до В идетъ понижаясь, а со знакомъ—когда возвышаясь.

§ 284. По данному паденію линіи легко можно опредѣлить величину отмѣтки промежуточной точки, горизонтальное разстояніе коей отъ одного изъ концевъ сей линіи извѣстно. Пусть АВ (чер. 202) будетъ данная линія на мѣстности, имѣющая паденіе p; a и b отмѣтки точекъ А и В, разстояніе между ними есть d, а М та точка, которой отмѣтку ММ′$=x$ требуется опредѣлить. Означивъ данное горизонтальное разстояніе между А и М чрезъ d', изъ подобныхъ треугольниковъ АМК и АВН, получимъ МК : $d'=b-a$: d,

откуда МК$=d'\frac{(b-a)}{d}=d'p$; но x=ММ′$=a+$МК; сдѣд.

$$x=a+d'p,$$

т. е. *отмѣтка промежуточной точки, равна отмѣткѣ начальной, сложенной съ горизонтальнымъ разстояніемъ между ними, умноженнымъ на паденіе линіи.* Это произведеніе войдетъ въ вычисленіе отрицательнымъ если $a>b$, т. е. если мѣстность отъ А до В возвышается.

§ 285. Сіи начала достаточны для рѣшенія слѣдующаго вопроса: по даннымъ горизонтальнымъ разстояніямъ какой либо точки мѣстности отъ продольной профили, и отъ ближайшей изъ поперечныхъ, опредѣлить отмѣтку сей точки?

Предположимъ, что прямая NN′ (чер. 206) представляетъ на планѣ линію продольной нивеллировки, NAB и N′A′B′ линій поперечныхъ, отстоящія одна отъ другой

на разстояніи NN′=d; M какая либо точка мѣстности, которой разстоянія MQ=c отъ продольной, и MR или NQ=d' отъ поперечной, извѣстны. Предположимъ далѣе, что на поперечныхъ профиляхъ даны точки A, B, и A′, B′, отмѣтки коихъ суть a, b, и a', b'. Отвѣсная плоскость RS, проходящая чрезъ точку M въ положеніи параллельномъ къ NN′, пересѣчетъ поперечныя профили въ двухъ точкахъ R и S; еслибы отмѣтки x и x' сихъ точекъ, были извѣстны, то на основаніи предшедшаго §, легко было бы опредѣлить отмѣтку точки M.

Но величины сихъ отмѣтокъ будутъ

$$x=b+p\ \mathrm{BR},\quad x'=b'+p'.\mathrm{B'R'}$$

гдѣ p и p' означаютъ паденіе линій AB и A′B′, которыя, въ слѣдствіе правила § 283, опредѣлятся изъ уравненій $p=\frac{b-a}{\mathrm{AB}}$, $p'=\frac{b'-a'}{\mathrm{A'B'}}$; а величины BR и B′R′ извѣстны, ибо BR=BN—c, B′R′=B′N′—c.

Послѣ чего, найдется величина паденія P линіи, соединяющей точки R и S одну съ другою, ибо оно будетъ

$$\mathrm{P}=\frac{x-x'}{d};$$

слѣд. искомая отмѣтка z точки M, коей разстояніе отъ точки R есть d, будетъ

$$z=x+\mathrm{P}d'.$$

§ 286. Въ заключеніе о производствѣ нивеллированія сложнаго, присовокупимъ нѣкоторыя практическія замѣчанія:

1) Для доставленія дѣйствію нивеллированія всевозможной точности, необходимо соблюдать: a) чтобы нивеллирный инструментъ стоялъ всегда на грунтѣ земли твердомъ, и въ такомъ разстояніи отъ рейки, чтобы

можно было съ совершенною точностію наводить пересѣченіе нитей трубы на черту цѣли рейки (*); *b*) чтобы

(*) Наши русскіе инженеры, при производствѣ нивеллировки, приняли за правило выбирать мѣста для точекъ стоянія съ инструментомъ не далѣе 50 саж. отъ рейки. Впрочемъ весьма затруднительно и даже невозможно подвести подъ общее правило, свыше какого разстоянія не должно ставить инструментъ отъ рейки, ибо точность визированія трубою нивеллира зависитъ отъ степени увеличиванія оной и чувствительности уровня. Чѣмъ внутренняя выпуклость трубки сего послѣдняго болѣе, тѣмъ менѣе точно будетъ нивеллированіе, и слѣд. тѣмъ ближе надобно ставить инструментъ.

Въ степени чувствительности уровня можно удостовѣриться слѣдующимъ образомъ: поставя нивеллиръ на мѣстности ровной, и почти горизонтальной, отмѣривается отъ него линія длиною саженей въ 40, и въ концѣ оной помѣщается рейка. По приведеніи трубы въ горизонтальное положеніе, и по наведеніи оной на рейку, замѣчается точка M″ (чер. 190), закрываемая пересѣченіемъ нитей трубы. Послѣ того дѣйствуя винтомъ *к* (чер. 185), измѣняется положеніе трубы на столько, чтобы одинъ изъ краевъ пузырька перешелъ на нѣсколько дѣленій (означенныхъ на верхней поверхности уровня), наприм. на 10, и въ тоже время замѣчается на рейкѣ другая точка M (чер. 190), закрываемая пересѣченіемъ нитей трубы. Величина угла MHM″, образуемаго 1-мъ и 2-мъ положеніемъ оптической оси, опредѣлится по формулѣ: $\text{tang MHM}''=\frac{\text{MM}''}{\text{HM}''}$. Раздѣливъ сей уголъ на 10, частное выразитъ угловую величину каждаго дѣленія уровня. Наприм. положивъ, что MM″=12 дюйм. или $\frac{12}{84}$ саж., HM″=40 саж. получимъ уг. MHM″=12′16″; слѣд. каждое дѣленіе соотвѣтствуетъ 1′13′. И такъ, всякій разъ, когда пузырекъ уровня будетъ находиться на срединѣ уровня, можно быть увѣрену, что ошибка въ направленіи оптической оси будетъ менѣе 1′13″, а слѣд. погрѣшность въ отсчитанной высотѣ рейки, отстоящей въ 40 саж. отъ нивеллира, не будетъ превышать 1 дюйма. Въ заключеніе присовокупимъ, что степень чувствительности уровней, изготовляемыхъ въ Мюнхенѣ и Гамбургѣ, бываетъ около 2″,5; слѣд. при производствѣ нивеллированія, ошибки въ отсчитываемыхъ высотахъ рейки, отстоящей въ 50 саж. отъ нивеллира, не могутъ превышать 0,05 дюйма.

рейка не углублялась въ землю въ продолженіи того времени, какъ берутся на нее взгляды впередъ и назадъ, и потому полезно ставить ее не на землю, но на колъ вбитый въ уровень съ землею, или подкладывать подъ нее дощечку.

2) Выборъ на мѣстности линій для нивеллированія зависитъ отъ цѣли, съ каковою производится оное, а именно:

a) Если сложная нивеллировка производится только для того, чтобы опредѣлить разность уровней какихъ либо двухъ данныхъ точекъ A и G (чер. 200), то выборъ промежуточныхъ точекъ B, C,..... совершенно произволенъ. Для повѣрки точности дѣйствія необходимо пронивеллировать два раза: сперва отъ A къ G, а потомъ отъ G къ A, выбирая промежуточныя точки для реекъ и для мѣстъ стоянія иныя, нежели какія были избраны въ первый разъ. Оба сіи дѣйствія очевидно должны дать одинакіе результаты только тогда, когда нивеллированіе было произведено съ строгою точностію; если же окажется незначительная разница въ оныхъ, то для искомаго результата берутъ величину среднюю. Вторая изъ сихъ нивеллировокъ называется *обратною*.

b) Если требуется сдѣлать какую либо эсплападу, или выровнять площадь на мѣстности неровной, то дѣлаютъ нѣсколько продольныхъ и поперечныхъ нивеллировокъ. Въ семъ случаѣ для удобнѣйшаго вычисленія количества земли въ насыпяхъ или выемкахъ, продольныя производятъ по линіямъ параллельнымъ между собою, а поперечныя по направленіямъ къ нимъ перпендикулярнымъ; послѣ чего всѣ точки пронивеллированнаго пространства относятъ къ одной и той же горизонтальной плоскости.

c) Для составленія проэкта дороги (или канала), снимаютъ сперва подробный планъ мѣстности, потомъ производятъ приближенную нивеллировку, по тому направленію, по коему намѣреваются проложить дорогу или вырыть каналъ. Изъ результатовъ сей нивеллировки удостовѣряются, выгодно ли сдѣланное первоначально предположеніе, или нѣтъ. Послѣ того провѣшиваютъ линію, долженствующую означать ось дороги или канала, и производятъ со всевозможною точностію продольную нивеллировку по направленію сей линіи, а поперечныя въ положеніи къ ней перпендикулярномъ, какъ объяснено было въ § 280.

d) Когда нивеллированіе производится съ тою цѣлію, чтобы опредѣлить паденіе рѣки, тогда дѣлаютъ продольную нивеллировку по берегу рѣки въ недальнемъ отъ ней разстояніи (*), и опредѣляютъ высоты нѣкоторыхъ изъ точекъ, на которыхъ стояла рейка, надъ поверхностію воды посредствомъ поперечныхъ нивеллировокъ, которыя въ семъ случаѣ могутъ быть сложныя. Но какъ въ продолженіи нивеллированія самый уровень воды можетъ, отъ различныхъ причинъ, возвыситься, или понизиться, то для доставленія дѣйствію строжайшей точности, вбиваютъ въ дно рѣки, въ разныхъ мѣстахъ, свайки, соблюдая, чтобы концы ихъ выдавались изъ воды, и посредствомъ поперечныхъ нивеллировокъ опредѣляютъ высоту упомянутыхъ точекъ продольной нивеллировки не надъ поверхностію рѣки, но надъ поверхностію сихъ

(*) Если случится, что продольная нивеллировка пересѣкается какимъ либо крутымъ оврагомъ или глубокою лощиною, то полезно обходить ее ломанными линіями, или по крайней мѣрѣ, спускаться въ нее не вдругъ, но постепенно по линіямъ, сколь возможно болѣе пологимъ.

сваекъ; по окончаніи же нивеллированія, нѣсколько наблюдателей въ одинъ и тотъ же часъ, измѣряютъ со тщаніемъ, на сколько каждая свайка выше уровня воды. Когда всѣ точки продольной и поперечныхъ нивеллировокъ будутъ отнесены къ общей горизонтальной плоскости, тогда останется къ найденнымъ отмѣткамъ крайнихъ точекъ поперечныхъ нивеллировокъ, приложить соотвѣтствующія высоты сваекъ, и такимъ образомъ получатъ величину отмѣтокъ различныхъ точекъ поверхности воды, а слѣд. и самое паденіе.

Таблица I.

(См. стран. 91).

Дни мѣсяца.	Апрѣль.	Май.	Іюнь.	Іюль.	Августъ.
1	92026	95008	95962	95700	94014
2	92193	95063	95971	95671	93924
3	92352	95115	95979	95641	93830
4	92503	95166	95985	95610	93732
5	92648	95215	95991	95577	83632
6	92786	95262	95995	95543	93527
7	92920	95307	95998	95507	93419
8	93048	95352	95999	95470	93308
9	93172	95394	96000	95431	93191
10	93290	95434	95999	95390	93068
11	93404	95473	95998	95348	92942
12	93513	95511	95994	95304	92811
13	93619	95546	95990	95259	92676
14	93722	95581	95985	95212	92532
15	93821	95613	95978	95163	92384
16	93915	95645	95970	95113	92229
17	94007	95675	95961	95060	92067
18	94096	95703	95950	95006	91897
19	94181	95730	95939	94950	91719
20	94264	95756	95926	94892	91532
21	94344	95778	95912	94831	91334
22	94421	95803	95896	94769	91125
23	94495	95825	95880	94704	90907
24	94567	95845	95862	94637	90675
25	94637	95864	95843	94569	90428
26	94704	95882	95822	94498	90164
27	94769	95899	95800	94424	89881
28	94832	95915	95777	94347	89577
29	94893	95928	95753	94268	89250
30	94951	95940	95727	94186	88894
31	—	95952	—	94102	88504

Таблица II.

(см. стран. 91)

широты	0′	5′	10′	15′	20′	25′	30′	35′	40′	45′	50′	55′
40°	1158	1163	1168	1173	1179	1184	1190	1195	1200	1206	1211	1217
41	1222	1228	1233	1239	1244	1250	1255	1261	1267	1272	1278	1284
42	1289	1295	1301	1306	1312	1318	1324	1329	1335	1341	1347	1353
43	1359	1365	1371	1377	1383	1388	1394	1400	1407	1412	1419	1425
44	1431	1437	1443	1449	1455	1461	1468	1474	1480	1486	1493	1499
45	1505	1511	1518	1524	1531	1537	1543	1550	1556	1563	1570	1576
46	1582	1589	1596	1602	1609	1615	1622	1629	1635	1642	1649	1655
47	1662	1669	1676	1683	1690	1696	1703	1710	1717	1724	1730	1738
48	1745	1752	1759	1766	1773	1780	1787	1795	1802	1809	1816	1823
49	1831	1838	1845	1852	1860	1867	1875	1882	1889	1897	1904	1912
50	1919	1927	1934	1942	1950	1957	1965	1973	1980	1988	1996	2003
51	2011	2019	2027	2035	2043	2051	2059	2067	2074	2082	2090	2099
52	2107	2115	2123	2131	2139	2147	2156	2164	2172	2180	2189	2197
53	2205	2214	2222	2231	2239	2248	2256	2265	2273	2282	2290	2299
54	2308	2317	2325	2334	2343	2352	2360	2368	2378	2387	2396	2405
55	2414	2423	2432	2441	2450	2459	2469	2478	2487	2496	2506	2515
56	2524	2533	2543	2553	2562	2572	2581	2591	2600	2610	2620	2629
57	2639	2649	2658	2668	2678	2688	2698	2708	2718	2728	2738	2748
58	2758	2768	2778	2788	2799	2809	2819	2829	2840	2850	2861	2871
59	2882	2892	2903	2913	2924	2935	2945	2956	2967	2978	2989	2999
60	3010	3021	3032	3043	3054	3065	3077	3088	3099	3110	3122	3133
61	3144	3156	3167	3179	3190	3202	3213	3225	3237	3248	3260	3272
62	3284	3296	3308	3320	3332	3344	3356	3368	3380	3393	3405	3417
63	3430	3442	3454	3467	3479	3492	3505	3517	3530	3543	3556	3569
64	3582	3595	3608	3621	3634	3647	3660	3673	3687	3700	3714	3727
65	3740	3754	3768	3781	3795	3809	3823	3837	3851	3865	3879	3893
66	3907	3921	3935	3950	3964	3979	3993	4008	4022	4037	4052	4066

Таблица III.

(см. стран. 91)

углы.	0′	15′	30′	45′	углы.	0′	15′	30′	45′
0°		100000	99999	99999	30°	99375	99364	99353	99342
1	99999	99999	99998	99998	31	99331	99319	99308	99296
2	99997	99997	99996	99995	32	99284	99272	99260	99248
3	99994	99993	99992	99991	33	99236	99224	99211	99198
4	99989	99988	99887	99985	34	99186	99173	99160	99147
5	99983	99982	99980	99978	35	99134	99120	99106	99093
6	99976	99974	99972	99970	36	99080	99066	99052	99038
7	99967	99965	99963	99960	37	99023	99009	98995	98980
8	99958	99955	99952	99949	38	98965	98950	98935	98920
9	99946	99943	99940	99937	39	98905	98890	98874	98858
10	99933	99930	99927	99923	40	98843	98827	98811	98794
11	99919	99916	99912	99908	41	98778	98761	98745	98728
12	99904	99900	99896	99892	42	98711	98694	98676	98659
13	99887	99883	99878	99874	43	98641	98624	98606	98588
14	99869	99864	99859	99854	44	98569	98551	98532	98514
15	99849	99844	99839	99834	45	98495	98476	98457	98427
16	99828	99823	99817	99812	46	98418	98398	98378	98358
17	99806	99800	99794	99788	47	98338	98317	98297	98276
18	99782	99776	99770	99763	48	98255	98234	99213	98191
19	99757	99750	99743	99737	49	98169	98147	95125	98103
20	99730	99723	99716	99708	50	98081	98058	98035	98012
21	99701	99694	99687	99679	51	97989	97965	97942	97918
22	99672	99664	99656	99648	52	97893	97869	97844	97820
23	99640	99632	99624	99616	53	97795	97769	97744	97718
24	99607	99599	99590	99582	54	97692	97666	97640	97613
25	99573	99564	99555	99546	55	97586	97559	97531	97504
26	99537	99527	99518	99508	56	97476	97447	97419	97390
27	99499	99489	99479	99469	57	97361	97332	97302	97272
28	99459	99449	99439	99429	58	97242	97212	97181	97150
29	99418	99408	99397	99386	59	97118	97087	97055	97022

Таблица III.

углы.	0′	15′	30′	45′	углы.	0′	15′	30′	45′
60°	96990	96957	96923	96890	75°	94130	94059	93986	93912
61	96856	96821	96787	96752	76	93837	93760	93682	93602
62	96716	96680	96644	96608	77	93521	93438	93353	93267
63	96571	96535	96495	96457	78	93179	93089	92997	92802
64	96418	96379	96340	96300	79	92806	92707	92606	92503
65	96260	96219	96177	96135	80	92397	92288	92176	92061
66	96093	96050	96007	95963	81	91943	91822	91697	91568
67	95919	95874	95328	95782	82	91436	91298	91157	91011
68	95736	95689	95641	95592	83	90859	90702	90539	90369
69	95543	95494	95443	95392	84	90192	90008	89816	89614
70	95341	95288	95235	95181	85	89403	89118	88946	88699
71	95126	95071	95015	94958	86	88436	88156	87857	87535
72	94899	94841	94781	94721	87	87188	86810	86397	85939
73	94659	94597	94533	94469	88	85428	84849	84179	83388
74	94403	94337	94269	94200	89	82419	81169	79408	76398

Таблица IV.

(см. стран. 14)

углы.	Длины хордъ для радіуса=1000.											
	0′	5′	10′	15′	20′	25′	30′	35′	40′	45′	50′	55′
0°	0	2	3	4	6	7	9	10	12	13	14	16
1	17	19	20	22	23	25	26	28	29	30	32	33
2	35	36	38	39	41	42	44	45	46	48	49	51
3	52	54	55	57	58	60	61	62	64	65	67	68
4	70	71	73	74	76	77	78	80	81	83	84	86
5	87	89	90	92	93	94	96	97	99	100	102	103
6	105	106	108	109	110	112	113	115	116	118	119	121
7	122	123	125	126	128	129	131	132	134	135	137	138
8	139	141	142	144	145	147	148	150	151	153	154	155
9	157	158	160	161	163	164	166	167	168	170	171	173
10	174	176	177	179	180	182	183	184	186	187	189	190
11	192	193	195	196	197	199	200	202	203	205	206	208
12	209	210	212	213	215	216	218	219	221	222	223	225
13	226	228	229	231	232	233	235	236	238	239	241	242
14	244	245	247	248	249	251	252	254	255	257	258	260
15	261	262	264	265	267	268	270	271	273	274	275	277
16	278	280	281	283	284	285	287	288	290	291	293	294
17	296	297	298	300	301	303	304	306	307	309	310	311
18	313	314	316	317	319	320	321	323	324	326	327	329
19	330	331	333	334	336	337	339	340	342	343	344	346
20	347	349	350	352	353	354	356	357	359	360	362	363
21	364	366	367	369	370	372	373	374	376	377	379	380
22	382	383	384	386	387	389	390	392	393	394	396	397
23	399	400	402	403	404	406	407	409	410	412	413	414
24	416	417	419	420	421	423	424	426	427	429	430	431
25	433	434	436	437	439	440	441	443	444	446	447	448
26	450	451	453	454	456	457	458	460	461	463	464	465
27	467	468	470	471	473	474	475	477	478	480	481	482
28	484	485	487	488	489	491	492	494	495	496	498	499
29	501	502	504	505	506	508	509	511	512	513	515	516

Таблица IV.

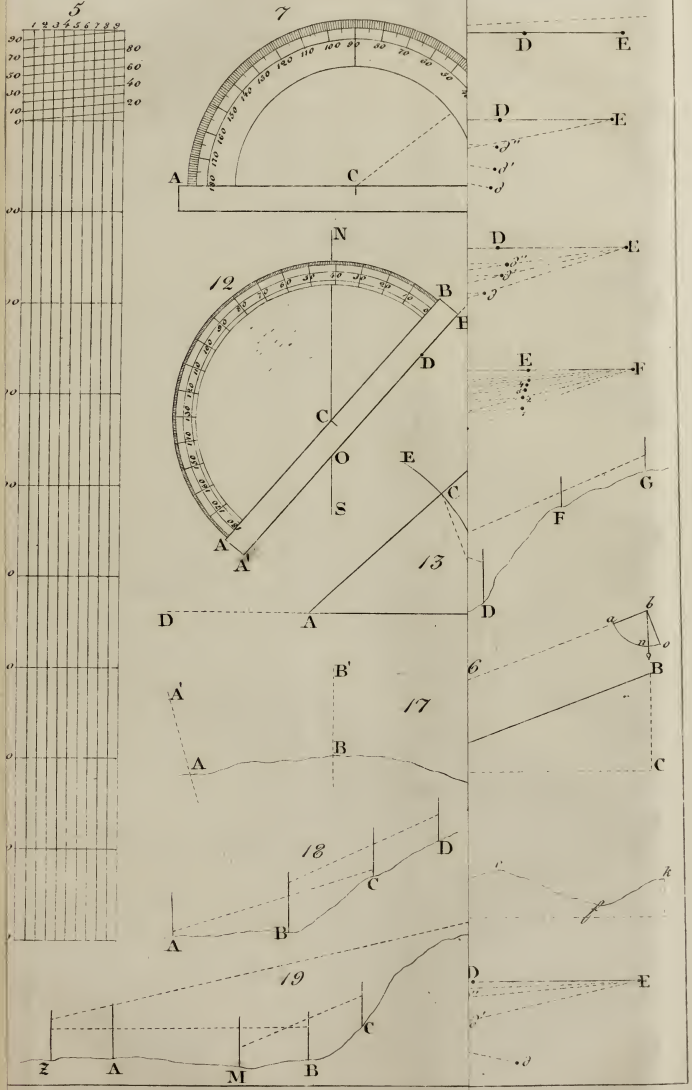
Углы.	Длины хордъ для радіуса=1000.											
	0′	5′	10′	15′	20′	25′	30′	35′	40′	45′	50′	55′
30°	518	519	520	522	523	525	526	527	529	530	532	533
31	534	536	537	539	540	541	543	544	546	547	548	550
32	551	553	554	555	557	558	560	561	562	564	565	567
33	568	569	571	572	574	575	576	578	579	581	582	583
34	584	586	587	589	590	592	593	594	596	597	599	600
35	601	603	604	606	607	608	610	611	612	614	615	617
36	618	619	621	622	624	625	626	628	629	630	632	633
37	635	636	637	639	640	641	643	644	646	647	648	650
38	651	652	654	655	657	658	659	661	662	663	665	666
39	668	669	670	672	673	674	676	677	679	680	681	683
40	684	685	687	682	689	691	692	694	695	696	698	699
41	700	702	703	704	706	707	709	710	711	713	714	715
42	717	718	719	721	722	723	725	726	728	729	730	732
43	733	734	736	737	738	740	741	743	744	745	746	748
44	749	751	752	753	755	756	757	759	760	761	763	764
45	765	767	768	769	771	772	773	775	776	777	779	780
46	781	783	784	785	787	788	789	791	792	793	795	796
47	797	799	800	801	803	804	805	807	808	809	811	812
48	813	815	816	817	819	820	821	823	824	825	827	828
49	829	831	832	833	835	836	837	839	840	841	843	844
50	845	847	848	849	850	852	853	854	856	857	858	860
51	861	862	864	865	866	868	869	870	871	873	874	875
52	877	878	879	881	882	883	885	886	887	888	890	891
53	892	894	895	896	898	899	900	901	903	904	905	907
54	908	909	911	912	913	914	916	917	918	920	921	922
55	923	925	926	927	929	930	931	932	934	935	936	938
56	939	940	941	943	944	945	947	948	949	951	952	953
57	954	956	957	958	959	961	962	963	964	966	967	968
58	970	971	972	973	975	976	977	978	980	981	982	984
59	985	986	987	989	990	991	992	994	995	996	997	999

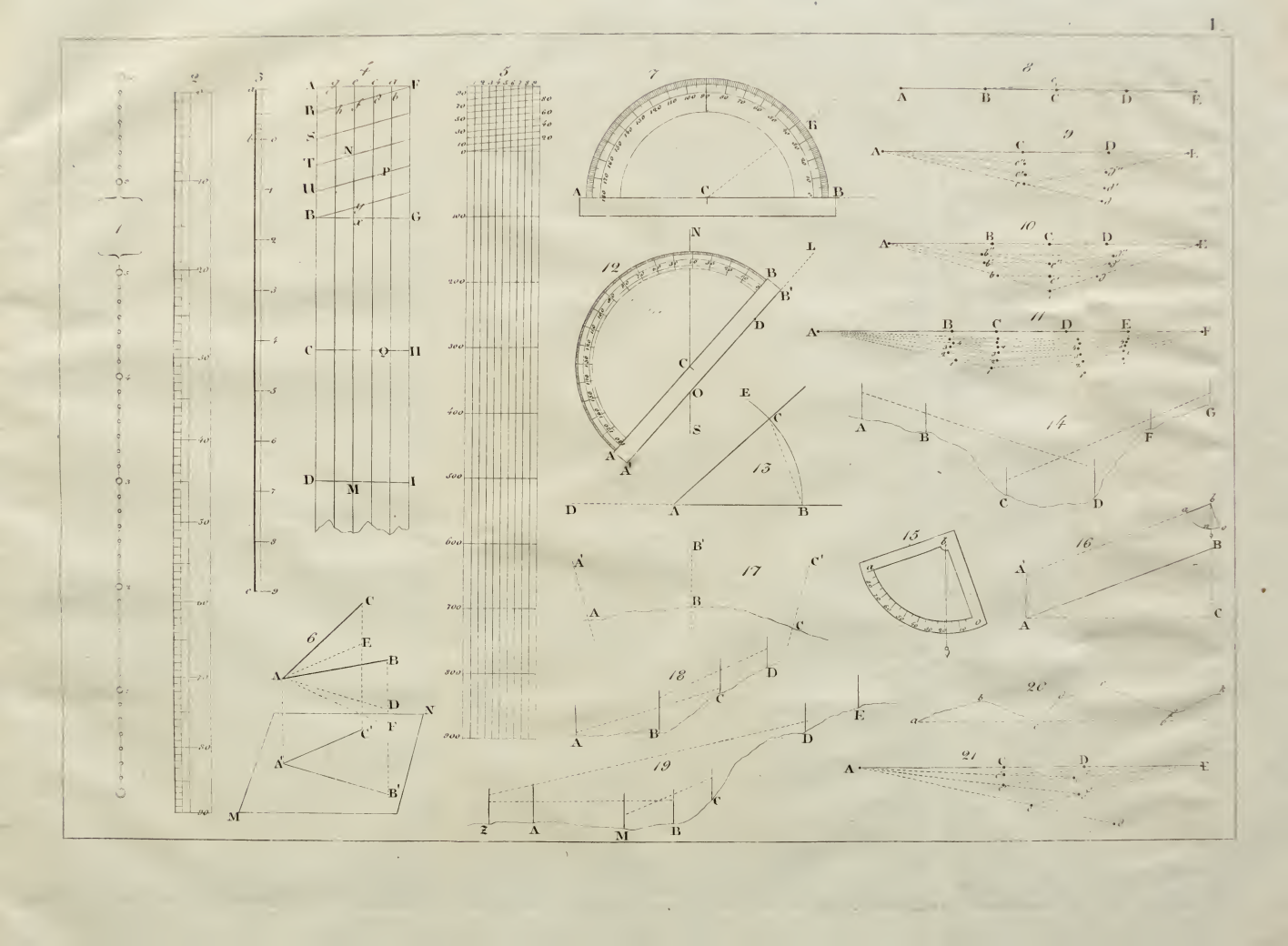
Таблица IV.

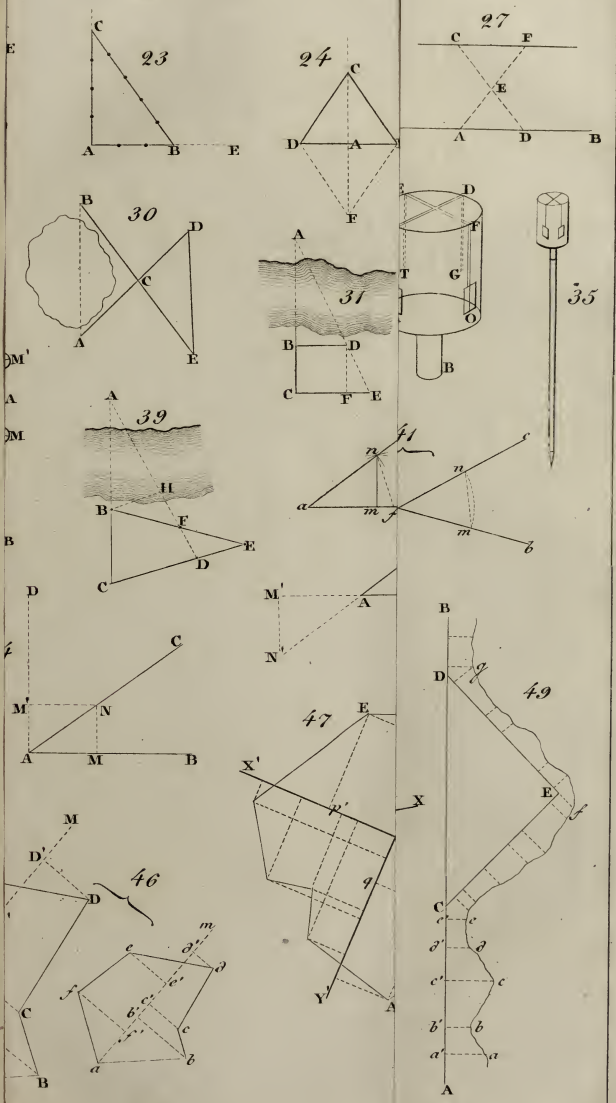
Углы.	Длины хордъ для радіуса=1000											
	0′	5′	10′	15′	20′	25′	30′	35′	40′	45′	50′	55′
60	1000	1001	1002	1004	1005	1006	1007	1009	1010	1011	1013	1014
61	1015	1016	1018	1019	1020	1021	1023	1024	1025	1026	1028	1029
62	1030	1031	1033	1034	1035	1036	1037	1039	1040	1041	1042	1044
63	1045	1046	1047	1049	1050	1051	1052	1054	1055	1056	1057	1059
64	1060	1061	1062	1063	1065	1066	1067	1068	1070	1071	1072	1073
65	1075	1076	1077	1078	1079	1081	1082	1083	1084	1086	1087	1088
66	1089	1090	1092	1093	1094	1095	1097	1098	1099	1100	1101	1103
67	1104	1105	1106	1107	1109	1110	1111	1112	1114	1115	1116	1117
68	1118	1120	1121	1122	1123	1124	1126	1127	1128	1129	1130	1132
69	1133	1134	1135	1136	1138	1139	1140	1142	1143	1144	1145	1146
70	1147	1148	1149	1151	1152	1153	1154	1155	1157	1158	1159	1160
71	1161	1163	1164	1165	1166	1167	1168	1170	1171	1172	1173	1174
72	1176	1177	1178	1179	1180	1181	1183	1184	1185	1186	1187	1188
73	1190	1191	1192	1193	1194	1195	1197	1198	1199	1200	1201	1202
74	1204	1205	1206	1207	1208	1209	1211	1212	1213	1214	1215	1216
75	1217	1219	1220	1221	1222	1223	1224	1226	1227	1228	1229	1230
76	1231	1232	1234	1235	1236	1237	1238	1239	1240	1242	1243	1244
77	1245	1246	1247	1248	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257
78	1259	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1266	1268	1269	1270	1271
79	1272	1273	1274	1275	1277	1278	1279	1280	1281	1282	1283	1284
80	1286	1287	1288	1289	1290	1291	1292	1293	1294	1296	1297	1298
81	1299	1300	1301	1302	1303	1304	1305	1307	1308	1309	1310	1311
82	1312	1313	1314	1315	1316	1318	1319	1320	1321	1322	1323	1324
83	1325	1326	1327	1328	1330	1331	1332	1333	1334	1335	1336	1337
84	1338	1339	1340	1341	1343	1344	1345	1346	1347	1348	1349	1350
85	1351	1352	1353	1354	1355	1356	1358	1359	1360	1361	1362	1363
86	1364	1365	1366	1367	1368	1369	1370	1371	1372	1373	1375	1376
87	1377	1378	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385	1386	1387	1388
88	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1396	1397	1398	1399	1400	1401
89	1402	1403	1404	1405	1406	1407	1408	1409	1410	1411	1412	1413

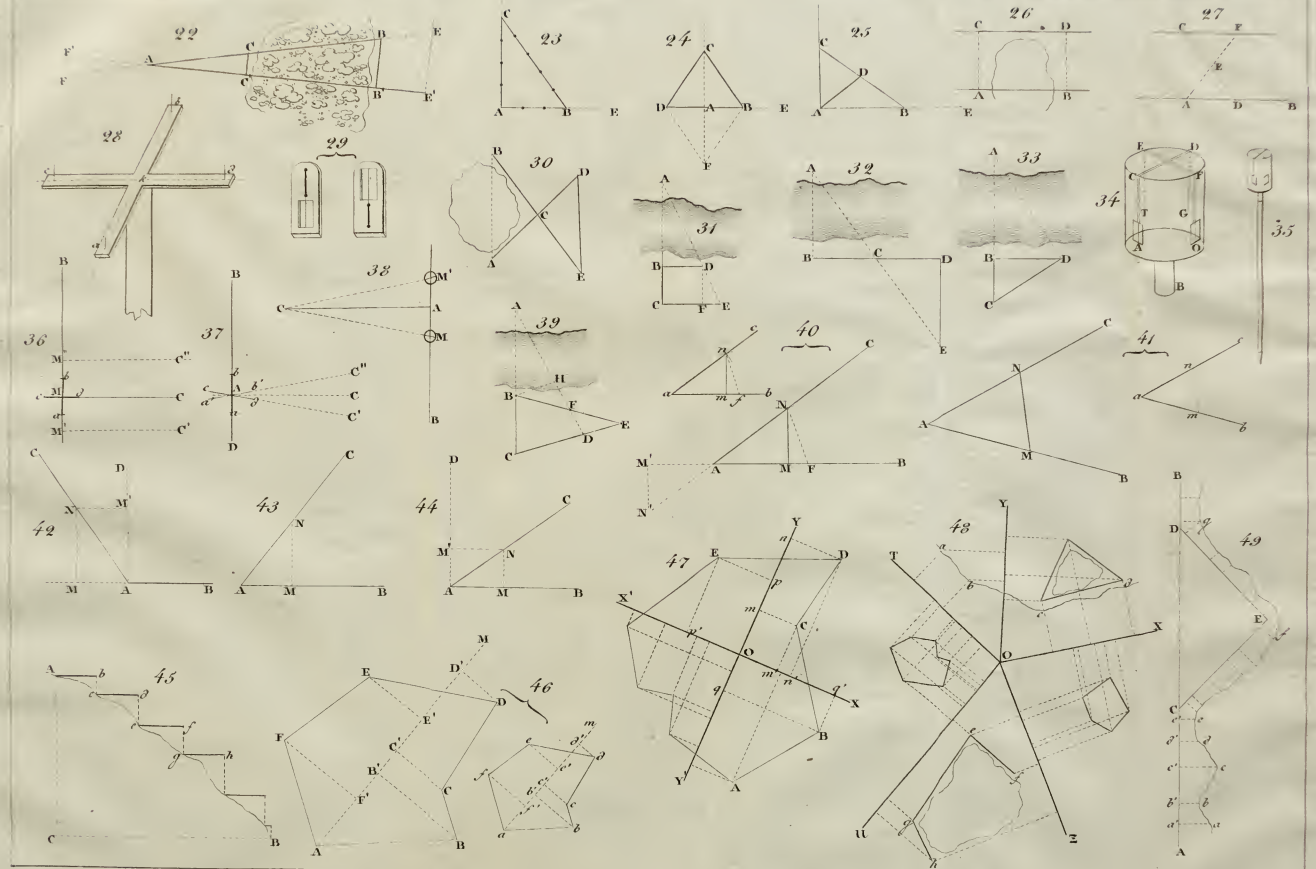
Таблица IV.

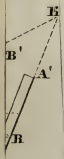
углы.	хорды для радіуса=1000				углы.	хорды для радіуса=1000			
	0′	15′	30′	45′		0′	15′	30′	45′
90°	1414	1417	1420	1423	116°	1696	1693	1702	1704
91	1426	1430	1433	1436	117	1705	1707	1710	1712
92	1439	1442	1445	1448	118	1714	1716	1719	1721
93	1451	1454	1457	1460	119	1723	1725	1728	1730
94	1463	1466	1469	1471	120	1732	1734	1736	1738
95	1475	1477	1480	1483	121	1741	1743	1745	1747
96	1486	1489	1492	1495	122	1749	1751	1753	1755
97	1498	1501	1504	1507	123	1758	1760	1762	1764
98	1509	1512	1515	1518	124	1766	1768	1770	1772
99	1521	1524	1526	1529	125	1774	1776	1778	1780
100	1532	1535	1538	1540	126	1782	1784	1786	1788
101	1543	1546	1549	1551	127	1790	1792	1794	1796
102	1554	1557	1560	1562	128	1798	1800	1801	1803
103	1565	1568	1571	1573	129	1805	1807	1809	1811
104	1576	1579	1581	1584	130	1813	1814	1816	1818
105	1587	1589	1592	1595	131	1820	1821	1823	1825
106	1597	1600	1602	1605	132	1827	1829	1831	1832
107	1608	1610	1613	1615	133	1834	1836	1838	1840
108	1618	1620	1623	1626	134	1841	1843	1844	1846
109	1628	1631	1633	1636	135	1848	1849	1851	1852
110	1638	1640	1643	1645	136	1854	1856	1858	1860
111	1648	1650	1653	1656	137	1861	1863	1864	1866
112	1658	1660	1663	1666	138	1867	1869	1870	1871
113	1668	1670	1673	1675	139	1873	1874	1876	1877
114	1677	1680	1682	1685	140	1879	1880	1882	1884
115	1687	1689	1691	1694					

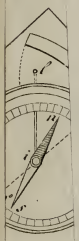

5
7
12
13
17
18
19
N
S
O
A
A'
B
B'
C
D
E
F
G
Z
M


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21

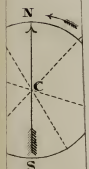

23
24
27
30
31
35
39
41
46
47
49


22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49

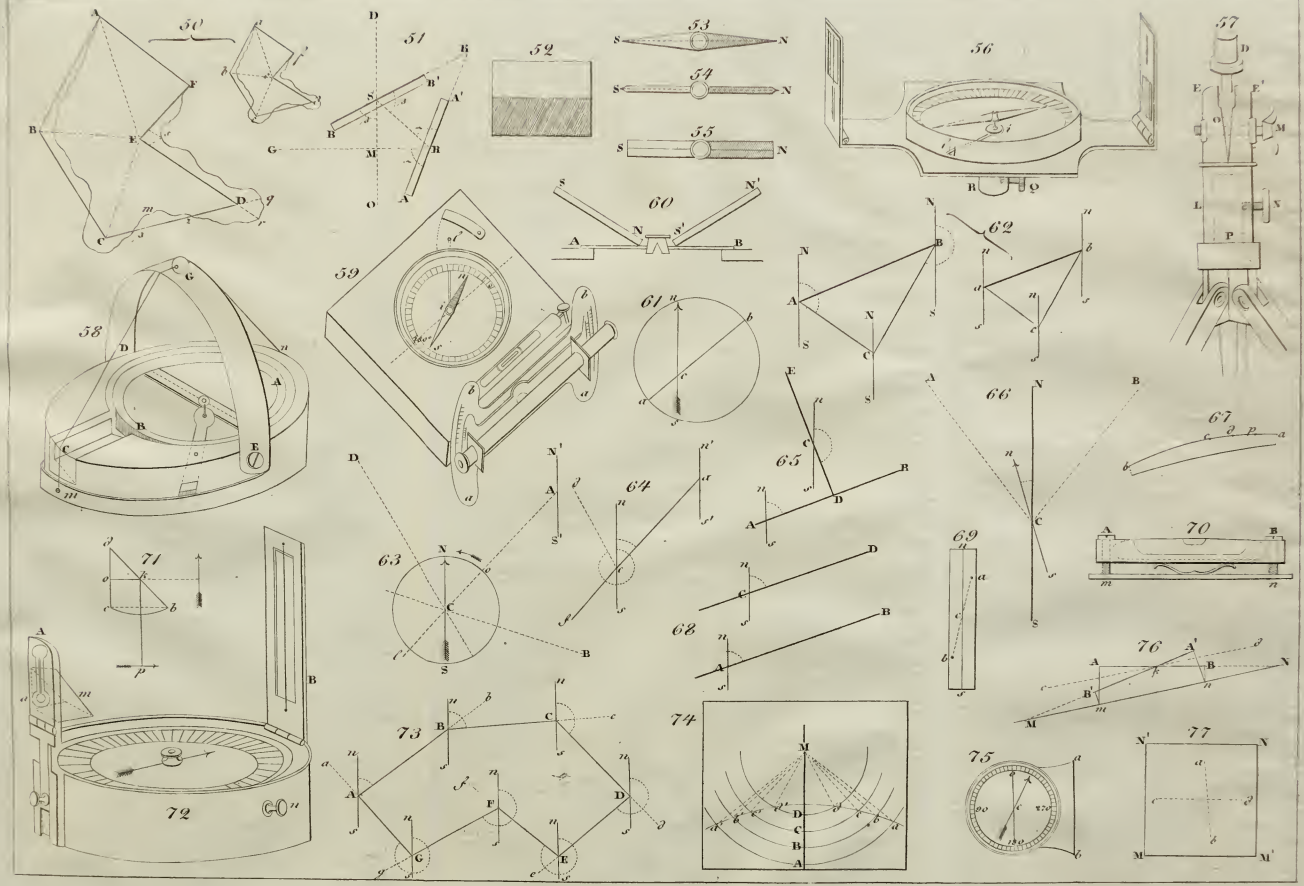

B'
A'
B

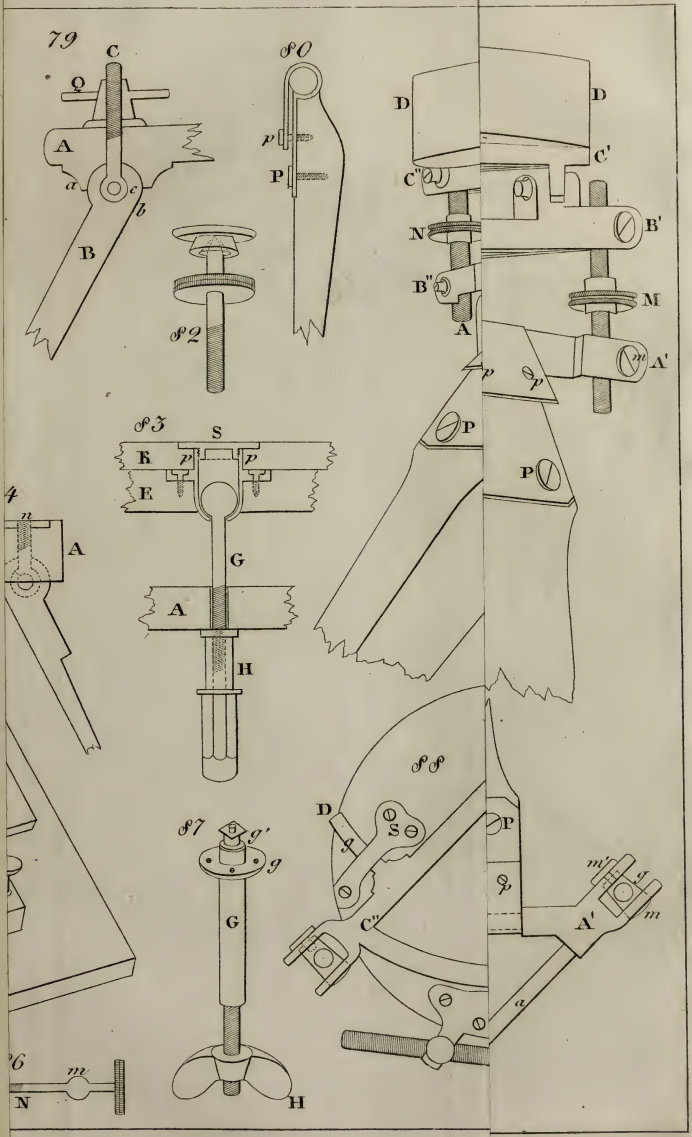


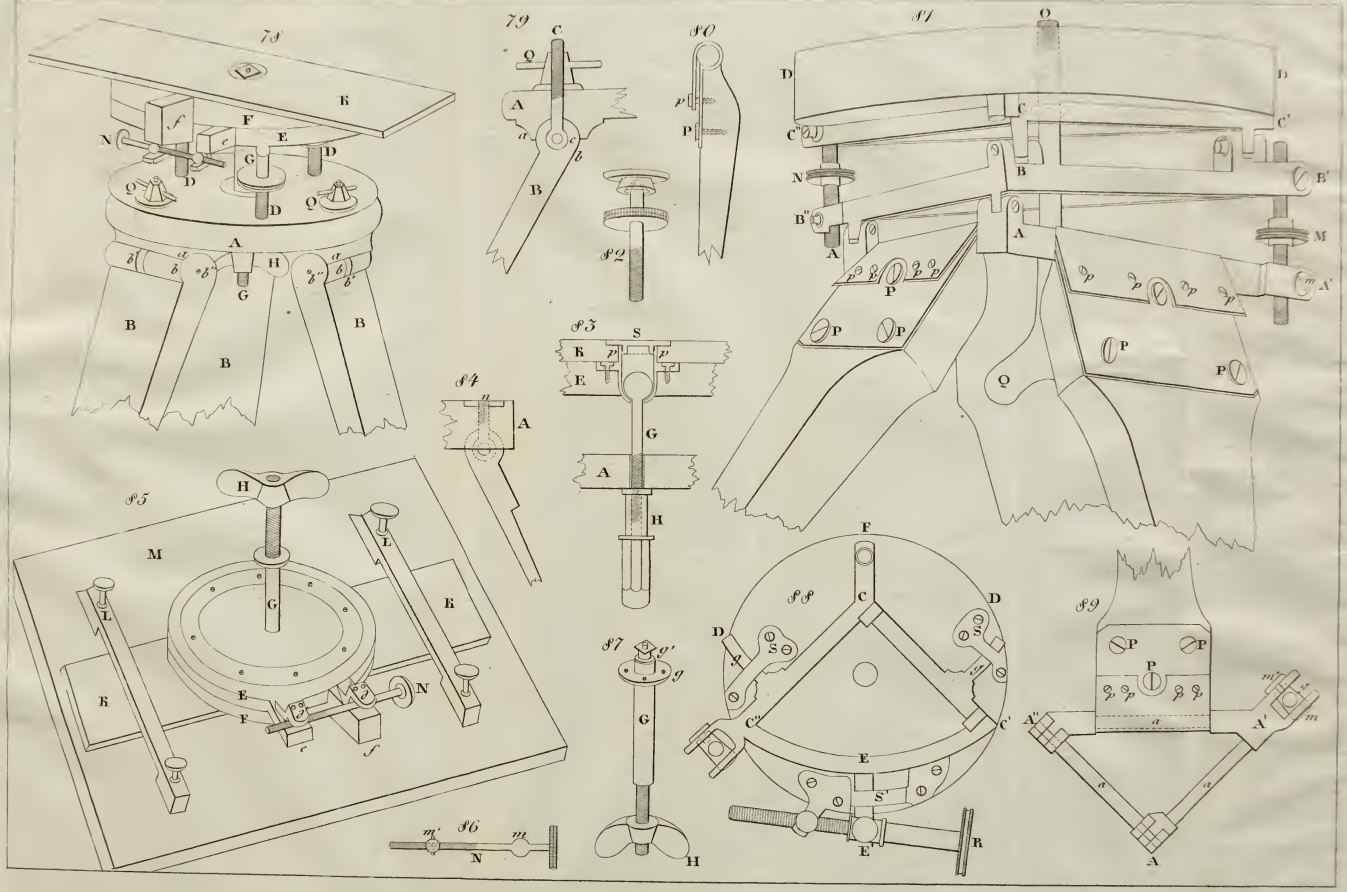
b
a


N
C
S

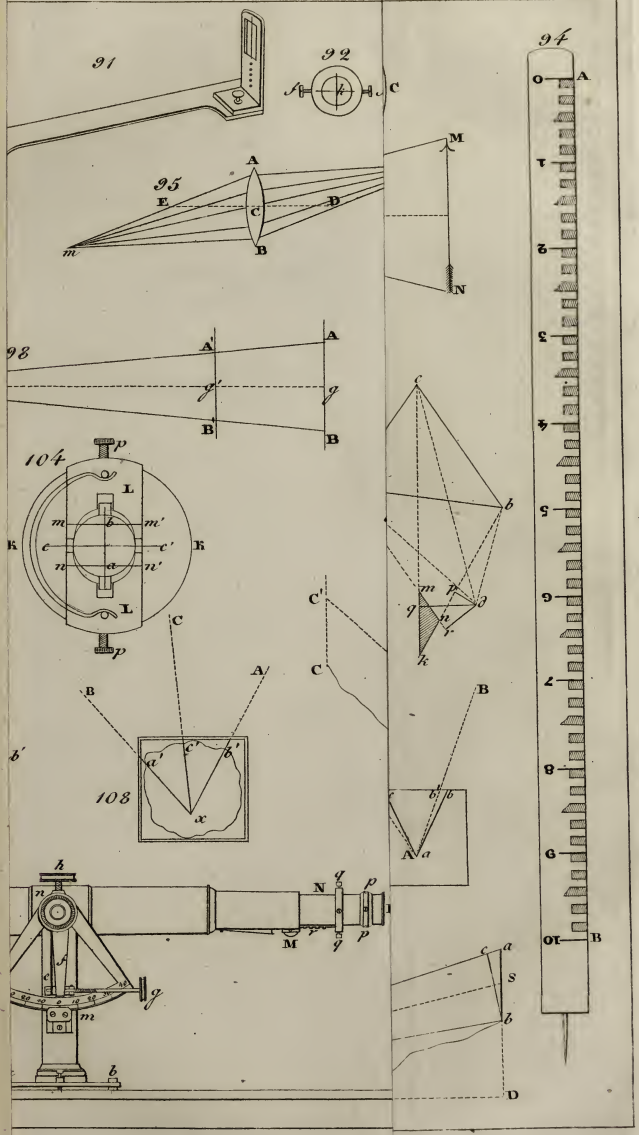
B

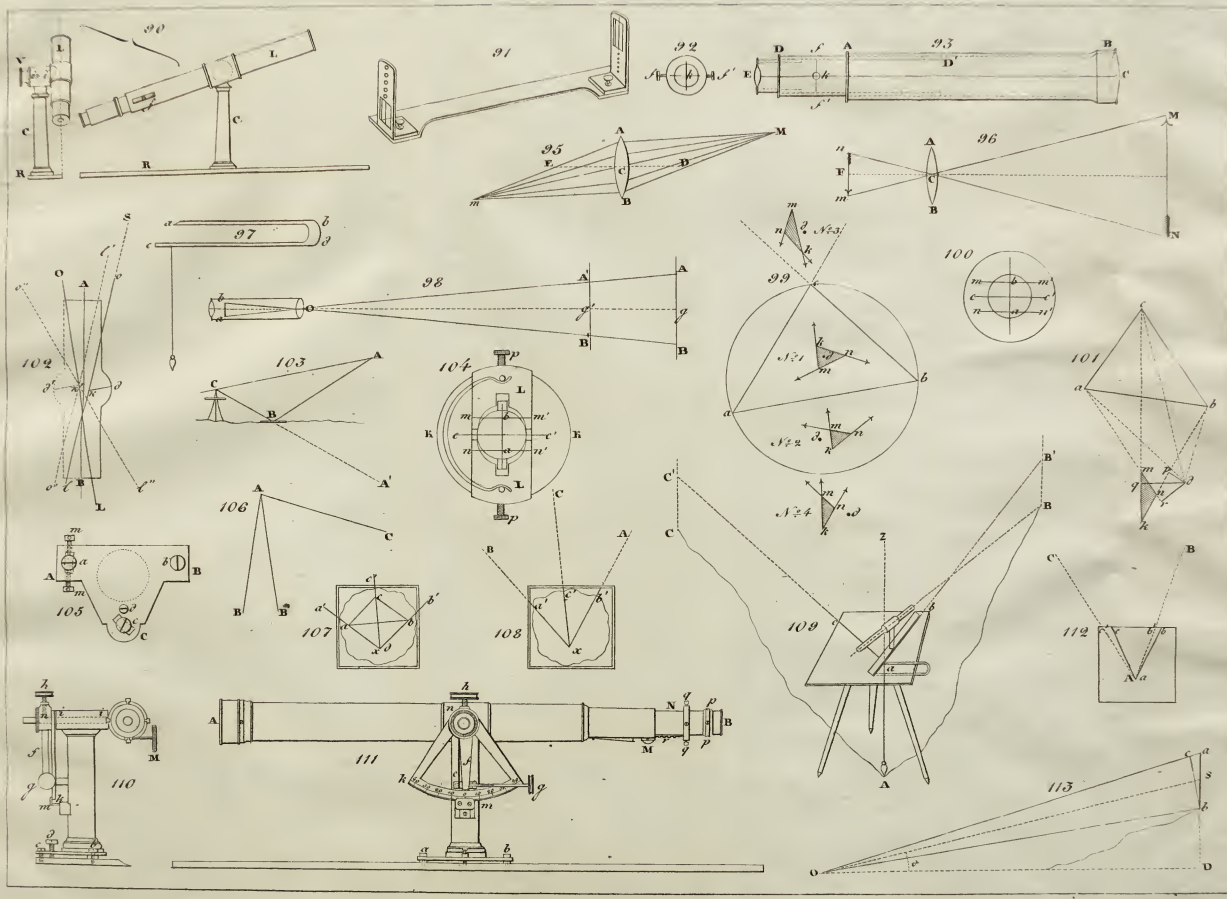

50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77

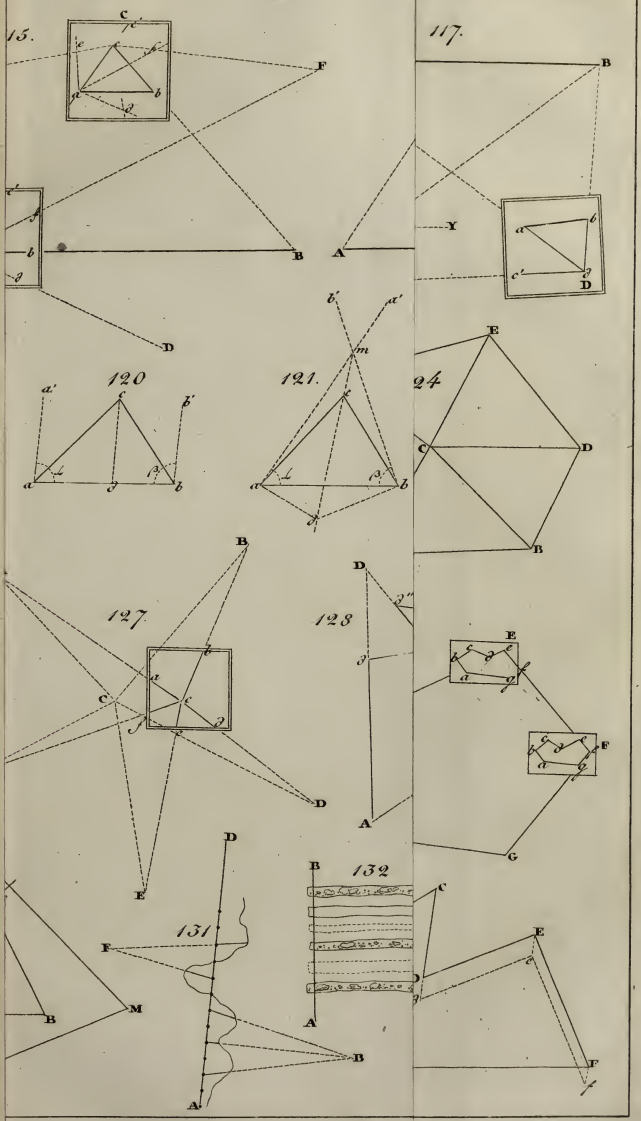

79
C
Q
A
a
c
b
B
80
p
P
82
D
D
C'
C''
N
B'
B''
M
A
m
A'
p
p
P
P
83
S
K
p
p
E
G
A
H
4
n
A
88
D
S
P
g
p
m'
g
m
A'
C''
a
87
g'
g
G
H
6
m
N

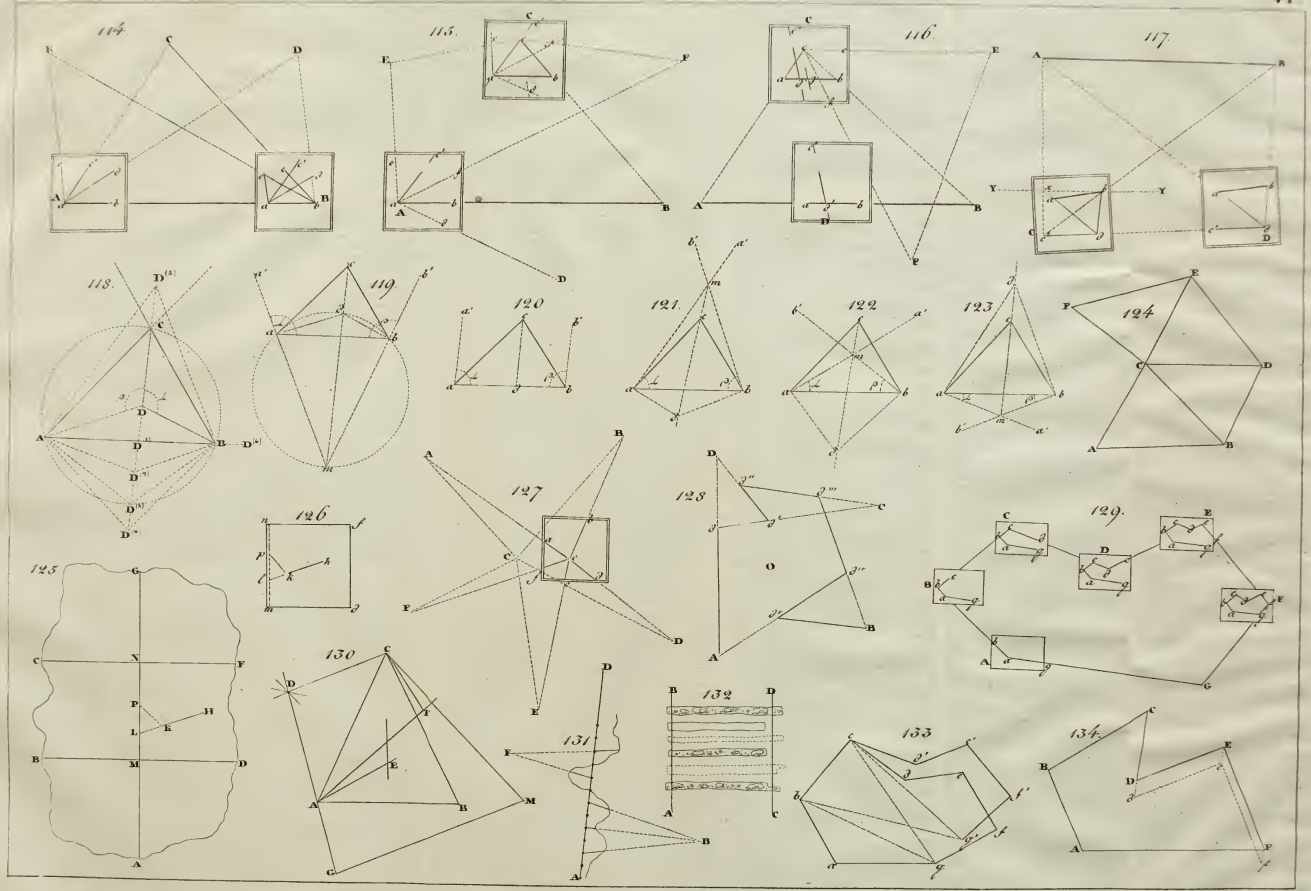

78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89

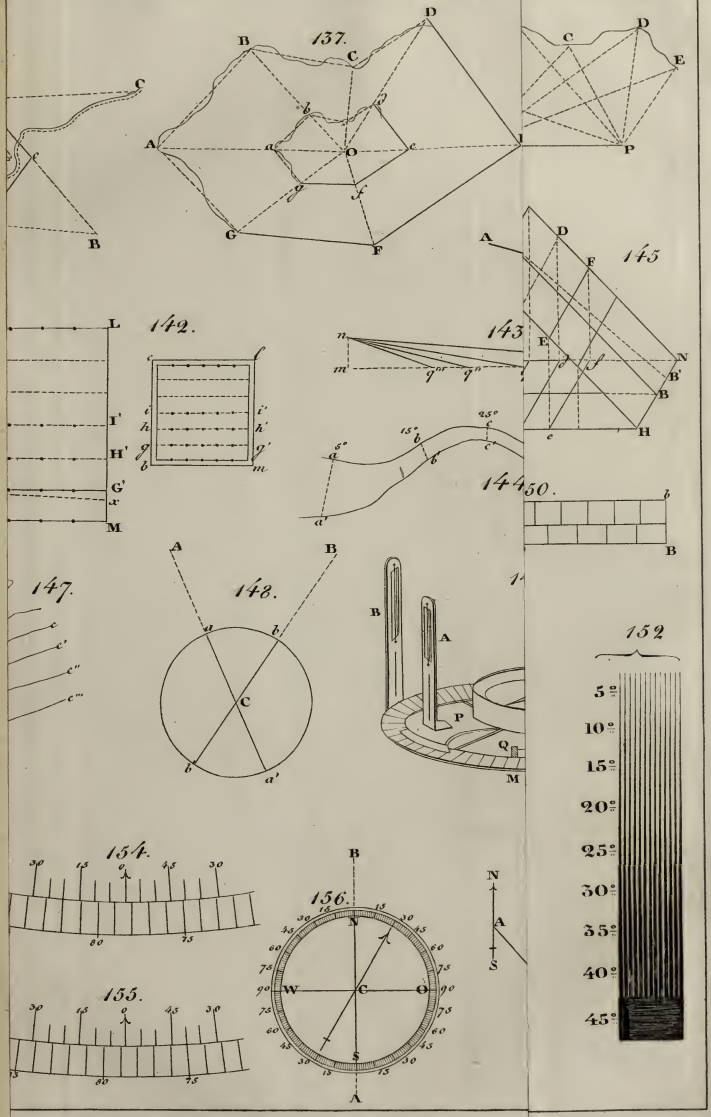
V.

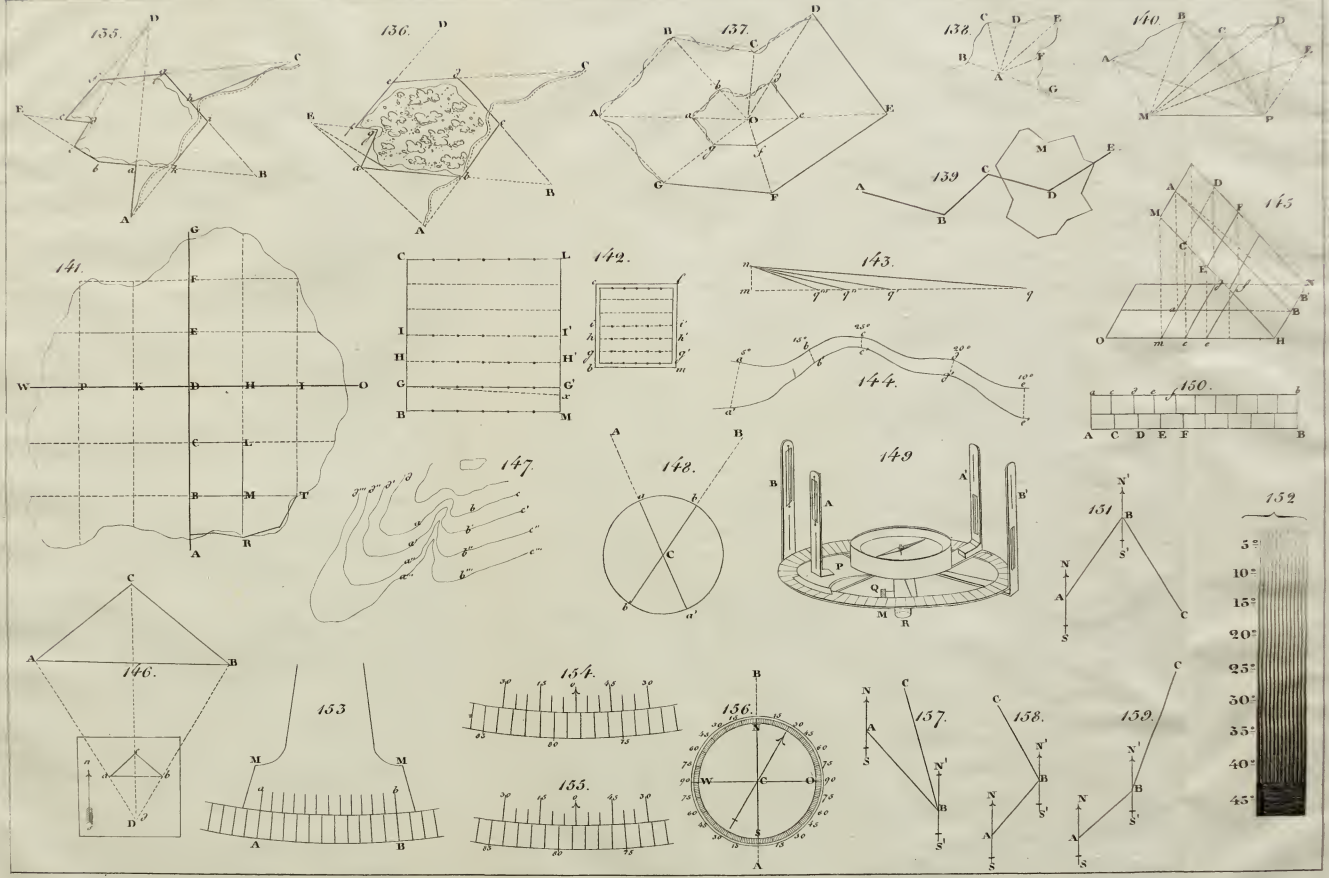


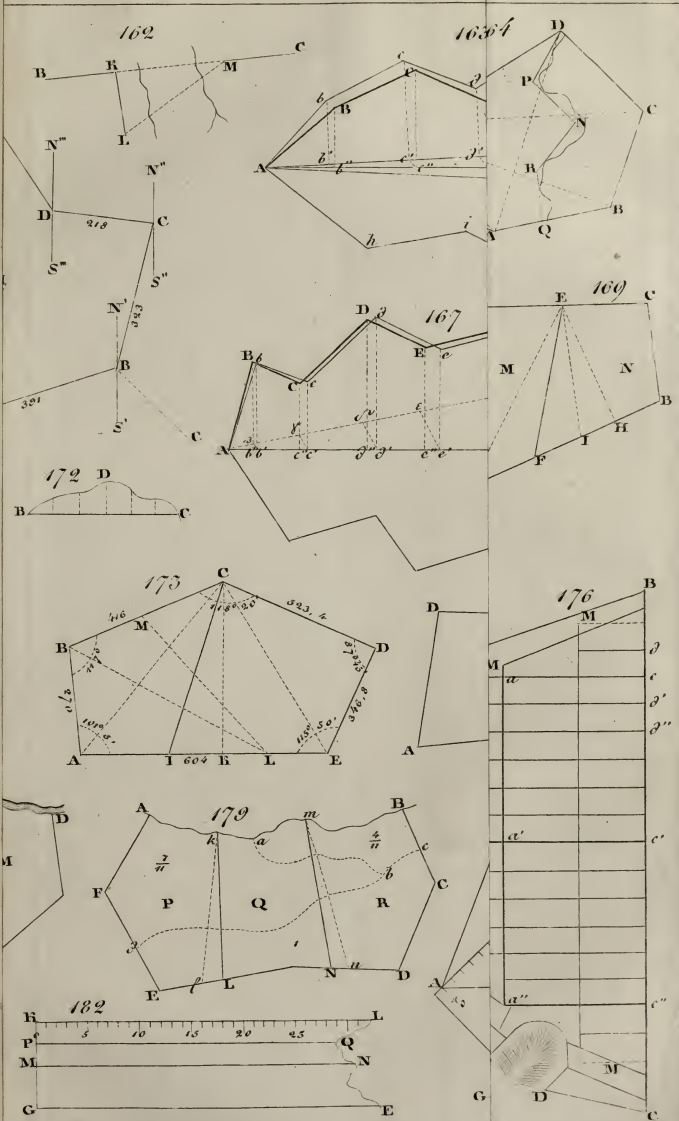

90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113

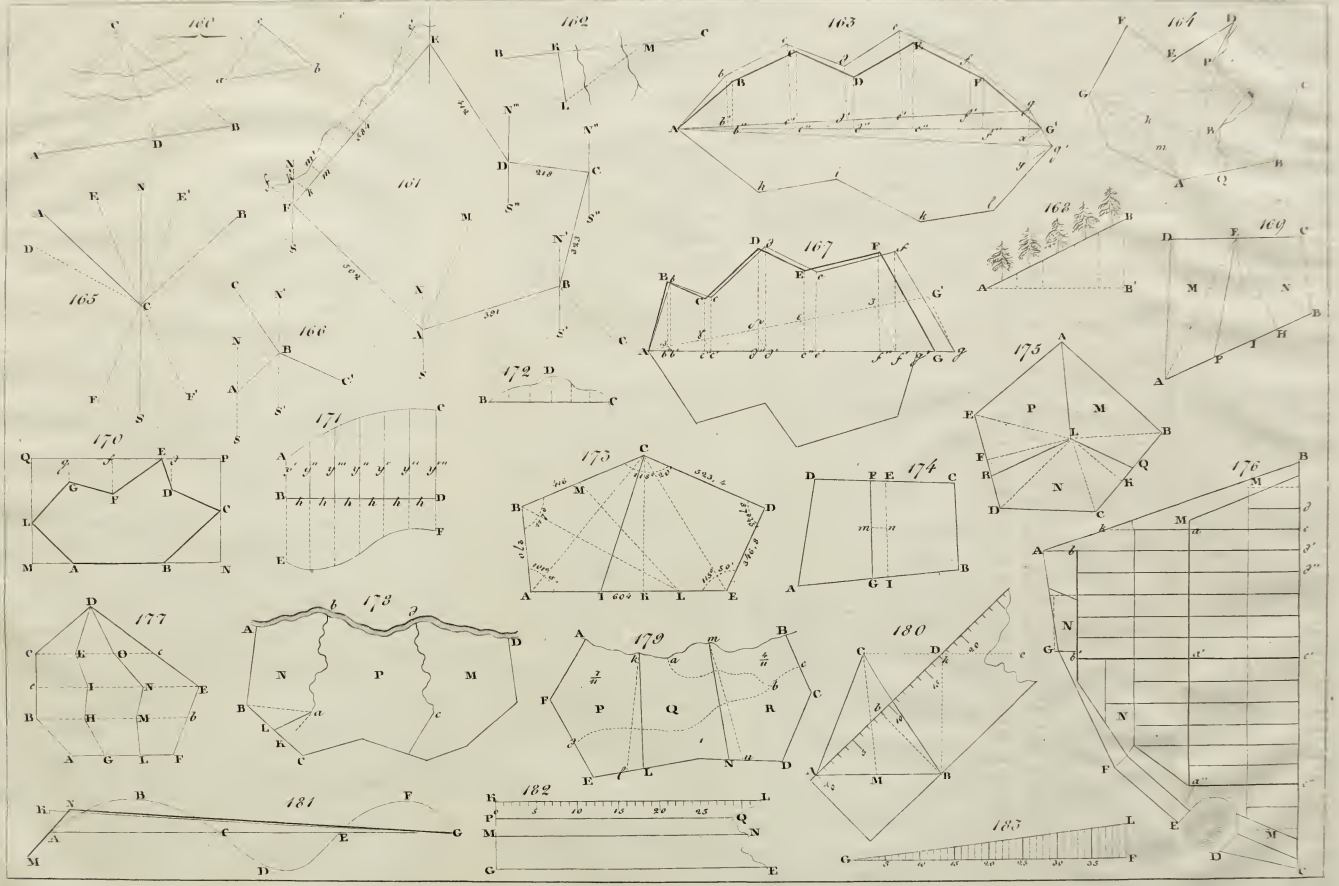

115.
117.
120
121.
124
127
128
131
132


114.
115.
116.
117.
118.
119.
120
121.
122
123
124
125
126
127
128
129.
130
131
132
133
134.

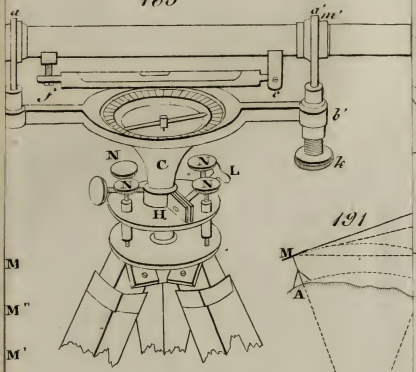

137.
142.
143
144
145
147.
148.
150.
152
154.
155.
156.
5°
10°
15°
20°
25°
30°
35°
40°
45°


135.
136.
137.
138.
139.
140.
141.
142.
143.
144.
145.
146.
147.
148.
149.
150.
151.
152.
153.
154.
155.
156.
157.
158.
159.

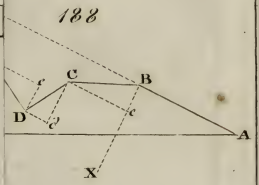

162
163
164
167
169
172
173
176
179
182


160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183

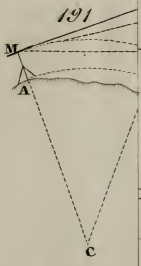
185



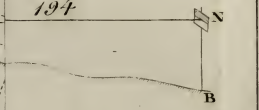
188



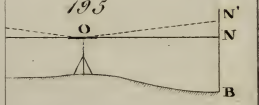
191



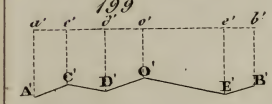
194



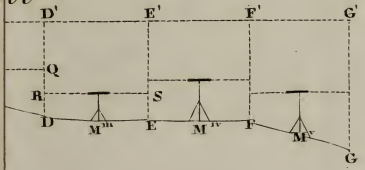
195



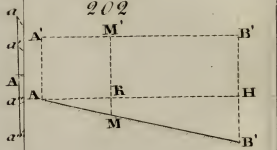
199



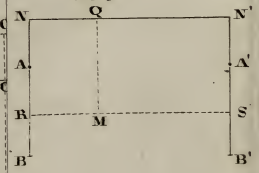
00

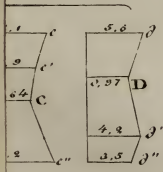


202

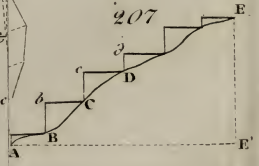


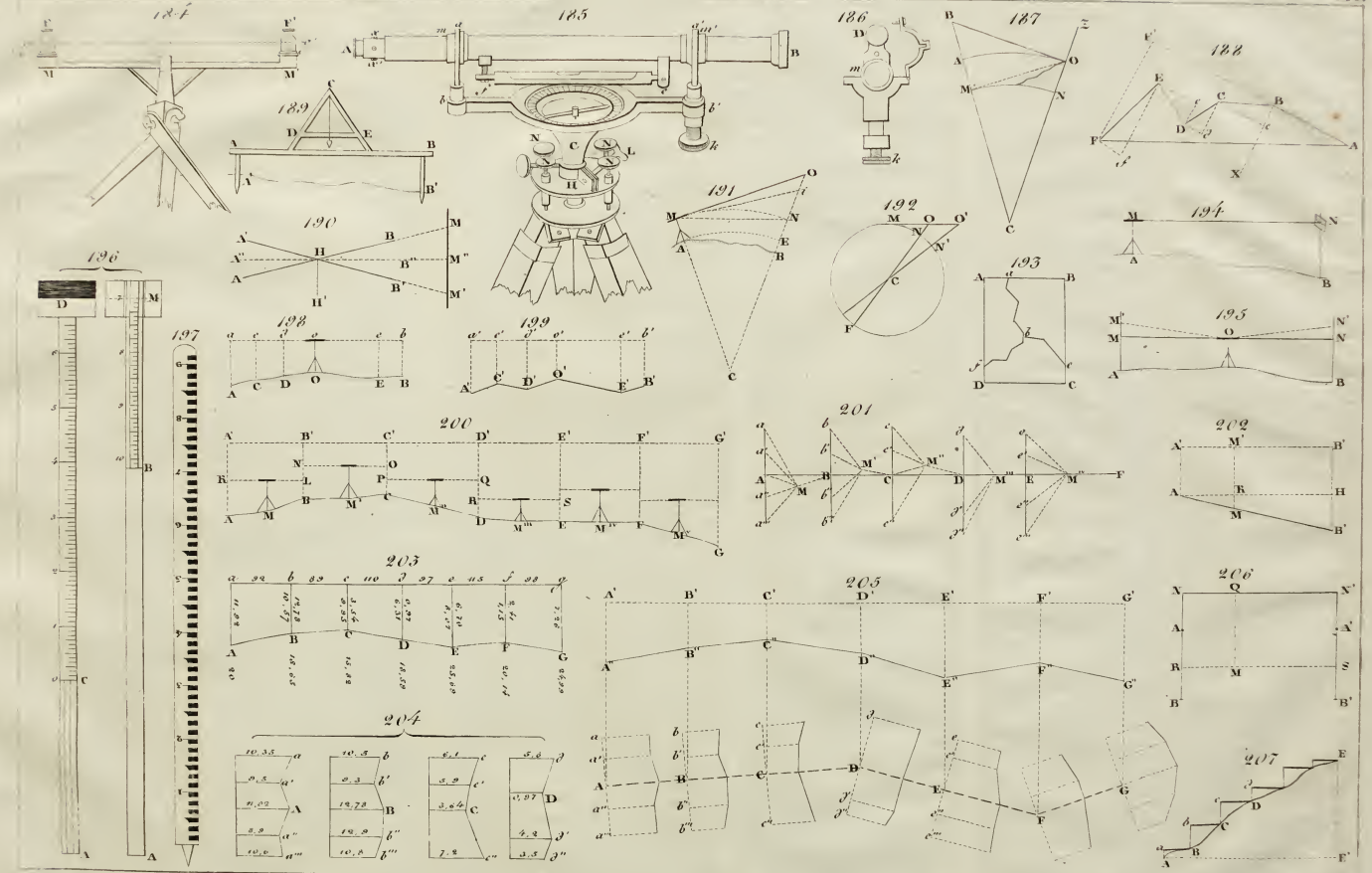
206





207




184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 068018701